

POLIMATÍA PROSPECTIVA

DE LA INCERTIDUMBRE A LOS SISTEMAS COMPLEJOS DESDE EL PENSAMIENTO NEGATIVO

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Departamento de Proyectos Arquitectónicos
Máster Oficial en Proyectos Arquitectónicos Avanzados
Línea 3: Innovación y Tecnología

Tesis Fin de Máster
Directora de la Tesis: Atxu Amann Alcocer
Autor: Héctor Maestre Deltell
Curso 2012-2013

POLIMATÍA PROSPECTIVA

DE LA INCERTIDUMBRE A LOS SISTEMAS COMPLEJOS
DESDE EL PENSAMIENTO NEGATIVO

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Departamento de Proyectos Arquitectónicos
Máster Oficial en Proyectos Arquitectónicos Avanzados
Línea 3: Innovación y Tecnología

Tesis Fin de Máster
Directora de la Tesis: Atxu Amann Alcocer
Autor: Héctor Maestre Deltell
Curso 2012-2013

ÍNDICE GENERAL

ABSTRACT	6
EXORDIO	7
PROLEGÓMENOS E INTRODUCCIÓN	
Prolegómenos	11
Metodología, enfoque y propósitos	11
Hipótesis general	12
Objetivos operativos	12
Introducción	14
Estado de la cuestión	14
PROPEDÉUTICA	
Definiciones	19
Polimatía	19
Prospectiva	21
Transdisciplinariedad	25
Metodología y sistemática	31
Métodos cuantitativos	31
Métodos cualitativos	35
Sistemas complejos	40
La Física Cuántica	41
La Teoría del Caos	43
La concepción holista	46
PRIMERA PARTE CRONOGRAFÍA EVOLUTIVA	
Artefactos anacrónicos: singularidad y misterio	51
Polímatas: visionarios, genios y creatividad	56
Discontinuidades en la transferencia de conocimiento	64

SEGUNDA PARTE LOS FUTUROS, EL ARQUITECTO Y LA PROSPECTIVA	
Modalidades de futuro: el trabajo con la incertidumbre	71
La problemática pedagogía del proyecto	76
Indicadores, herramientas y factores en la prospectiva	81
El efecto mariposa	82
Los Cisnes Negros	84
La paradoja de Jevons	85
La navaja de Ockham	87
Ley de Murphy/Finagle	89
Ley de Sturgeon	90
El pensamiento negativo y su aplicación a la prospectiva: la crítica	91
TERCERA PARTE REDES COLABORATIVAS, INTELIGENCIA COLECTIVA Y PROSPECTIVA APLICADA	
Incertidumbre y sociedad líquida	99
Los <i>problem-solvers</i> : modelos de gestión participativos avanzados	103
Polímatas 3.0: los knowmads	105
Transversalidad y presentes alternativos	111
CASO PRÁCTICO. INICIATIVA UPM: LA CIUDAD DEL FUTURO	
Taller de Prospectiva: "La Ciudad del Futuro: oportunidades científicas y profesionales".	119
CONCLUSIONES	125
ANEXO: Factores de cambio urbanos	133
BIBLIOGRAFÍA	155

ABSTRACT

In opposition to the current period of upheaval and manifest limitations of the quantitative methods to develop forecasting models for reliable in medium and long term future scenarios, it is increasingly necessary turning to qualitative approaches which minimize the impact of unexpected consequences: foresight. Flexible models from the new progress on complex systems development, but seen from the other side, the negative thinking. This is an instrument that looks like so contemporary but it could be inherent to the whole interdisciplinary knowledge transfer.

KEYWORDS:

pedagogy, teaching, learning, uncertainty, complex systems, future, project, foresight.

RESUMEN

Ante el convulso panorama actual y las patentes limitaciones de los métodos cuantitativos para el desarrollo de modelos de previsión de escenarios futuros fiables a medio y largo plazo, resulta cada vez más necesario, recurrir a planteamientos cualitativos que minimicen el impacto de las consecuencias imprevistas: la prospectiva. Modelos flexibles procedentes de los nuevos avances en el desarrollo de los sistemas complejos, pero desde un enfoque distinto, el pensamiento negativo. Un instrumento que si bien parece ser completamente contemporáneo, sería inherente a toda transferencia interdisciplinar de conocimiento.

PALABRAS CLAVE:

pedagogía, aprendizaje, enseñanza, incertidumbre, sistemas complejos, futuro, proyecto, prospectiva

EXORDIO

A menudo en el desarrollo de los proyectos arquitectónicos nos encontramos con problemas de difícil resolución que requieren habilidades creativas. Estamos en un momento de coyuntura en el que todo resulta cuestionable. La disciplina arquitectónica, además, se ve atenazada por una indefinición sobre su finalidad y sobre sus pretensiones más allá de su campo. Pero no sólo son las pretensiones las responsables, hay un movimiento latente en este cambio de paradigma que nos hace conscientes de la complejidad de nuestro entorno, que hace necesario manejar muchas disciplinas para marcar cierta diferencia, un valor añadido característico y diferenciador basado en la imaginación y la innovación.

Desde la Física a la Psicología surgen aproximaciones al trabajo con sistemas complejos que requieren manejar altas dosis de incertidumbre y que ponen en crisis los modelos anteriores sobre los que se asentaba el conocimiento. Una metodología mucho más flexible, capaz de analizar con el rigor numérico y estadístico del pensamiento clásico, y de emitir juicios y proyecciones operativas procedentes de otros ámbitos, la prospectiva. Un cruce de relaciones entre disciplinas con un fin integrado de diseño, crítico con el presente y con cierta mirada puesta en el futuro.

Es una actitud que aunque parezca novedosa, muestra evidencias de su existencia a lo largo de toda la historia. Artefactos como el mecanismo de Anticitera junto a otros muchos documentos y registros que han sobrevivido hasta nuestros días, dan fe del potencial productivo y de su aportación pedagógica al estudio fenomenológico de lo real: los polímatas. Actitudes que demuestran incluso hoy que podemos desarrollar alternativas a la cotidianidad, a ilusionarnos con los retos y oportunidades que brinda el descubrimiento, y a la construcción de escenarios de futuro fascinantes mediante la participación colectiva, una herramienta para el proyecto arquitectónico contemporáneo.

PROLEGÓMENOS E INTRODUCCIÓN

Metodología, enfoque y propósitos

La metodología que se va a emplear para el desarrollo de la investigación de la Tesis Fin de Máster pretende realizar una primera aproximación al ámbito de los sistemas complejos y del funcionamiento de la prospectiva como caso particular. Para ello el contenido se estructura siguiendo una configuración de cinco apartados que componen el cuerpo principal del trabajo, pero que permite entender de un modo panóptico el contexto.

En primer lugar, se dispone un apartado propedéutico que asiente las bases, definiciones y principios del trabajo. Un capítulo preparatorio que ya desde el primer momento evite las posibles confusiones ya detectadas en la literatura vinculada a la prospectiva. Esto es importante porque, partiendo ya de aquí, evitamos el riesgo de caer en contradicciones y negaciones de los términos, debido en su mayoría a la confusa matización de conceptos y las carencias en la definición de límites en su tratamiento. Es preciso en este apartado ver el marco teórico en el que se desarrolla la prospectiva y su reciente puesta en escena.

A continuación, se desglosa un bloque en tres grandes apartados que constituyen el desarrollo principal del trabajo de investigación:

1. La explicación de fenómenos vinculados directa o indirectamente con la prospectiva y la polimatía desde los vestigios y artefactos encontrados, las personalidades más destacadas y las brechas en la transferencia del conocimiento a lo largo de la historia.

2. Puesto que la prospectiva tiene una clara orientación hacia aspectos vinculados con el futuro y las consecuencias derivadas, este apartado desglosa las relaciones directas que se establecen entre la prospectiva y el proyecto arquitectónico, tanto en su ideación como en su aprendizaje, donde el futuro desconocido es siempre producto del presente que formulamos. Aparecen diversos indicadores que trabajan con la incertidumbre del sistema para volverlo muy flexible y adaptable a cambios en las circunstancias del entorno. Se inicia aquí el aspecto más propositivo del trabajo de investigación, asociando el pensamiento negativo aplicado a la prospectiva como herramienta eficaz de la metodología cualitativa interdisciplinar.

3. No podemos menospreciar el estado y circunstancias actuales, y los claros ejemplos de aplicación que tienen cabida en las nuevas tecnologías y los continuos cambios en la sociedad. La polimatía es un hecho que además presenta un alto valor añadido para las empresas en la actualidad. La prospectiva en este apartado, sugiere múltiples posibilidades de desarrollo que bien pueden ser el germen de una tesis doctoral posterior.

Se concluye este bloque mediante un caso práctico de aplicación de la prospectiva que he tenido la oportunidad de experimentar, organizado por el Subdirector de Investigación de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, José Miguel Fernández Güell en el transcurso de un taller de prospectiva celebrado el pasado lunes 24 de junio de 2013 y que reunía a jóvenes investigadores de diversos ámbitos de la Universidad Politécnica de Madrid.

Y por último, pero no menos importante, las conclusiones del trabajo de investigación, que en lugar de sintetizar en unas breves palabras las reflexiones sobre el trabajo, aportan un entramado de opiniones, críticas y parte de un imaginario personal que supongan también la reflexión del lector.

Hipótesis general

La hipótesis que se toma de partida es que la polimatía prospectiva desde el pensamiento negativo es algo más que una metodología para la reducción del impacto de consecuencias imprevistas; es una actitud responsable mucho más dinámica y adaptativa que se escapa de la rigidez de las estadísticas y los métodos cuantitativos (muy habituales en econometría) y que tiene su base en un marco teórico bastante joven, capaz de plantear modelos y escenarios alternativos con un grado de proximidad mayor.

Un espacio retroalimentado por la versatilidad en su composición y manejo de diversas disciplinas, referencias cruzadas y planteamientos híbridos, que trabajan con la incertidumbre sin pretensiones de definir el futuro, sino de evitar el impacto de las causas imprevistas. La idea en sí es proponer esta combinación de pensamiento negativo, cruce de disciplinas y prospectiva, que puede tener profundas implicaciones en la disciplina arquitectónica, e incluso sus repercusiones en el propio proyecto.

Objetivos operativos

Mediante el desarrollo de este trabajo de investigación, se pretende:

- Distinguir entre métodos cuantitativos y métodos cualitativos.
- Entender someramente los principios fundamentales de la física cuántica y su trabajo con la incertidumbre.
- Introducirse en el estudio inicial de los sistemas complejos.
- Recomponer un eje cronológico lineal para detectar alteraciones en la evolu-

ción de la polimatía y la prospectiva a lo largo de la historia.

- Detectar mecanismos de la prospectiva que introduzcan indicadores de alto impacto en la imprevisibilidad de los escenarios de futuro.
- Introducirse en el pensamiento negativo de M. Heidegger como referencia.
- Encontrar los cruces de polimatía y prospectiva en la actualidad y definir sus posibilidades.

INTRODUCCIÓN

Estado de la cuestión

La lucha por acotar la incertidumbre es tan vieja como la Humanidad. Desde el origen de los tiempos, el hombre se ha sentido incómodo con la incertidumbre sobre su devenir y ha buscado diversas formas para conocer lo que le deparaba el futuro. Estas formas han variado según las épocas y las culturas. En la mayoría de las civilizaciones previas a la Edad Moderna solía producirse una interesante dicotomía funcional a la hora de abordar e interpretar el futuro. Por un lado, el pueblo llano creía que la predicción del futuro sólo era posible mediante la intervención divina o satánica, razón por la cual las profecías quedaban en manos de los sacerdotes o hechiceros, y eran acatadas con resignado fatalismo. Por otro lado, los grandes pensadores y hombres de ciencia despreciaban las profecías, dedicando su tiempo a cuestiones más fructíferas como tratar de modelar el futuro posible. En esta línea cabe entender los modelos utópicos propuestos por Platón en su República, por San Agustín en su Ciudad de Dios y por Tomás Moro en su Utopía, en donde se realizaban planteamientos claramente voluntaristas sobre cómo debía organizarse la sociedad en el futuro.

Estos enfoques divergentes se mantuvieron con pocas alteraciones hasta que la Ilustración, primero, y la Revolución Industrial, después, abrieron amplias avenidas en el conocimiento científico. Así, la aceptación de las nuevas teorías científicas, y en particular de la teoría de la gravedad de Newton, llevó al marqués de Laplace a argumentar, a principios del siglo XIX, que el universo era completamente determinista. Laplace sugirió que debía existir un conjunto de leyes científicas que nos permitirían predecir todo lo que sucediera en el universo, siempre y cuando conociéramos perfectamente su estado en un instante de tiempo. El científico francés llegó a suponer que las leyes de la Física gobernaban todos los fenómenos, incluido el comportamiento humano.

La doctrina del determinismo científico constituyó el paradigma de la ciencia y la cultura hasta que en 1926 el científico alemán Werner Heisenberg formuló el principio de incertidumbre, que marcó el final del sueño determinista de Laplace. El mensaje era que si no somos capaces de medir el estado presente del universo, cómo vamos a predecir los acontecimientos futuros con exactitud. A partir de este momento, la mecánica cuántica se desarrolló basada en el principio de incertidumbre, es decir para cada observación se predecía un cierto número de resultados posibles y se fijaban las probabilidades de ocurrencia de cada uno de ellos. En esta teoría se fundamentan casi toda la ciencia y la tecnología contemporáneas.

Por tanto, las Ciencias Físicas fueron las pioneras en la utilización de técnicas de

predicción, pero pronto fueron secundadas por algunas Ciencias Sociales, como la Econometría y la Demografía, que se habían preocupado por predecir los patrones sociales y económicos futuros. Igualmente, las Ciencias Empresariales comenzaron a desarrollar sus propios instrumentos de previsión para simular la futura evolución de los mercados y las empresas.

Desde finales de la Segunda Guerra Mundial hasta principios de los años setenta del siglo pasado, los planificadores manejaron previsiones de futuro en un contexto socioeconómico lo suficientemente estable como para aventurar predicciones sin riesgo de cometer grandes equivocaciones. Sin embargo, a partir de los primeros años setenta, los signos de la situación social, económica y tecnológica se tornaron más difíciles de leer e interpretar. Aquellos escenarios de futuro, sustentados en curvas de regularidad relativamente predecibles y en modelos matemáticos manejables, se habían transformado en complicados algoritmos que dificultaban la elaboración de unas predicciones mínimamente fiables. De este modo, se empezó a utilizar una nueva jerga —predicciones fallidas, acontecimientos imprevistos, discontinuidades, etc.— que anunciaba el creciente desprestigio de los modelos matemáticos. Quizás, el error radicó en el inveterado optimismo mostrado por los profesionales de la segunda mitad del siglo XX hacia la inagotable capacidad de las nuevas tecnologías para desvelar los enigmas del futuro.

En suma, podemos afirmar que los escarceos del hombre contemporáneo para prever el futuro no han sido coronados por el éxito. Con mayor frecuencia de lo deseable y en todos los ámbitos de nuestras actividades vitales nos vemos sorprendidos por acontecimientos totalmente inesperados que rompen nuestras previsiones y planes más detallados. Muchas personas siguen pensando que es inútil oponerse a los avatares del destino, mientras que otros confían en acotar mejor la incertidumbre mediante planteamientos innovadores.

[Fernández Güell, 2011]

PROPEDÉUTICA

DEFINICIONES

Sería oportuno comenzar con una base propedéutica que enmarque los conceptos clave sobre los que se va a trabajar en esta tesis, ya que por su propia definición y según el conjunto de fuentes consultadas, estos términos pueden conducir incluso a ideas contrarias u opuestas. Este hecho radica en la generalidad de su enunciación y en la dificultad de establecer unos límites claramente definidos y precisos.

Previamente al desarrollo de las partes constitutivas del cuerpo principal de la tesis, se propone un marco acotado que defina estos conceptos, sin salirse de las características propias que enuncian las fuentes consultadas, pero sí restringiendo su sentido a una concepción más específica y operativa. Sólo así se evitará la dispersión del enfoque que se pretende desde un principio.

De entre los diversos conceptos, se han seleccionado tres que resultan imprescindibles: la polimatía, la prospectiva y la transdisciplinariedad. Aunque este último pareciera formar parte de la definición del primer concepto, es su prefijo “trans-” la razón por la que es conveniente aclarar el sentido que se le va a conferir. Como veremos en estas definiciones, todos ellos están vinculados, pero pertenecen a campos o áreas de conocimiento completamente distintas: heurística, física cuántica y gestión participativa.

Polimatía

Este concepto ha surgido en el avance de la investigación sobre la prospectiva y no desde el inicio como cabría suponer. Sin embargo, resulta especialmente relevante para el desarrollo de la tesis propuesta. A continuación se puede atender de forma clara a la definición ofrecida por Wikipedia sobre polimatía:

La polimatía (del griego πολυμαθία, “el aprender mucho”, de μανθάνω, “aprender” y πολύ “mucho”) es la sabiduría sobre campos diversos. Así, un polímata (del griego πολυμαθής), que quiere decir “que conoce, comprende o sabe de muchos campos”, sería un individuo que destaca en diversas ramas del saber. El término se refiere a personas cuyos conocimientos no están restringidos a un área concreta, sino que dominan diferentes disciplinas, generalmente las artes y las ciencias. La mayoría de los filósofos de la antigüedad eran polímatas, tal como entendemos el término hoy en día.

POLIMATÍA:

1. f. Sabiduría que abarca conocimientos diversos.

Definición del D.R.A.E.

También se utilizan los términos *Hombre Renacentista* u *Hombre del Renacimiento* y, con menos frecuencia, *Homo Universalis* (expresión latina que podría traducirse como «hombre de espíritu universal»). Este concepto fue desarrollado durante el Renacimiento italiano por uno de sus máximos representantes, el arquitecto Leon Battista Alberti (1404-1472), que afirmó que:

“...el artista en este contexto social no debe ser un simple artesano, sino un intelectual preparado en todas las disciplinas y en todos los terrenos”.

Esta idea recoge los principios básicos del humanismo del Renacimiento. Se caracterizaba por considerar al hombre como un ser todopoderoso, con capacidades ilimitadas para el desarrollo, y exhortaba a la gente a abarcar todos los campos del conocimiento y desarrollar sus capacidades al máximo. Por este motivo, muchos hombres en el Renacimiento hicieron florecer notablemente la cultura y el arte.¹

Sin embargo, no debemos confundir “polimatía” con “genialidad” o “genio”. Ya que el genio, aunque ha sido un término extensamente debatido, supone un concepto más general ya que no sólo habla de personas que han dominado varias disciplinas, sino también aquellas que, en cierto modo, han dominado un campo del conocimiento de manera no convencional, es decir, han destacado, han supuesto una figura “fuera de lo común” aunque no por ello, sus hallazgos hayan hecho grandes aportaciones a la sociedad y al conocimiento en general; se podrían incluir aquí las personas con habilidades especiales (gran memoria, capacidades deportivas, habilidades instrumentales, etc.). También los conceptos de sabiduría, ilustrado, intelectual, erudito, docto, sabio, etc. son confusos y tienen grandes coincidencias en sus significados y modo de empleo. No obstante, la sabiduría es un grado más, ya que supone dominar la sindéresis en los juicios de valor como componente ético fundamental para el buen juicio y el sentido común.

Entonces, ¿qué se va a considerar en este trabajo como definición aproximada de la polimatía para introducirla como guía y directriz de la prospectiva?

Se va a definir la polimatía dentro de este marco como: la capacidad y habilidad de emplear el conocimiento cruzado de múltiples disciplinas con objeto de desarrollar de manera experimental, innovadora y creativa, aportaciones significativas al desarrollo científico e intelectual de la sociedad y la cultura en un momento determinado y cuya labor haya quedado registrada bajo cualquier figura de propiedad intelectual, especialmente patentes (inventos) y escritos que puedan ser considerados avanzados para la época y medios del momento.

1. LEÓN ESTEBAN, Mateo (2002). *Cultura y prehumanismo en la Curia Pontificia del Papa Luna, 1394-1423*. Universitat de València. pág 19. ISBN: 978-84-37054-179.

“Por qué te empeñas tanto en ser como los demás, si has nacido para destacar.”

Película: What a girl wants

GENIO:

(Del lat. *genius*).

1. m. Índole o condición según la cual obra alguien comúnmente. (Es de genio apacible.)
2. m. Disposición ocasional del ánimo por la cual este se manifiesta alegre, áspero o desabrido.
3. m. Mal carácter, temperamento difícil.
4. m. Capacidad mental extraordinaria para crear o inventar cosas nuevas y admirables.
5. m. Persona dotada de esta facultad.
6. m. Índole o condición peculiar de algunas cosas.
7. m. carácter (firmeza y energía).
8. m. En la gentilidad, cada una de ciertas deidades menores, tutelares o enemigas.
9. m. Ser fabuloso con figura humana, que interviene en cuentos y leyendas orientales.
10. m. En las artes, ángel o figura que se coloca al lado de una divinidad, o para representar una alegoría.

Definición del D.R.A.E

“Las personas inteligentes tienen un deber sobre los ignorantes: el deber de instruirles.”

Ralph W. Emerson

PROSPECTIVA:

1. El conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar y predecir el futuro, en una determinada materia.

Definición del D.R.A.E

Aunque a simple vista pueda resultar una definición generalista, lo que se pretende es definir los límites en los que poder incorporar figuras tan dispares pero que tanto han aportado como Leonardo da Vinci (auténtico polímata por definición) como Nikola Tesla (erudito en electromagnetismo). Lo que distingue la definición propuesta es el hecho de considerar las aportaciones avanzadas para su época pero que aporten valor intelectual. Quedarían excluidos pues aquellos desarrolladores de patentes que sólo se basan en patentes de diseño cuyo fin, casi exclusivamente, es de ámbito mercantilista o económico.

Más adelante se hará una especificación de la polimatía y su relación al contexto de la prospectiva (véase página 56).

Prospectiva

Se considera que la palabra prospectiva procede del término “prospecto”, es decir, el modo en que nos aproximamos o miramos un elemento cualquiera.² Pero éste procede del latín *prospicere*, que significa mirar más allá o ver más lejos. Por lo que nos introduce en la doble idea de que la prospectiva no sólo tiene una visión más profunda del elemento sino que va más allá, se vincula a la visión “*a posteriori*”, a un momento más allá del presente: el futuro.

Pero aquí asaltan también las primeras dudas: ¿la prospectiva habla de futuro? Si el futuro es incierto, supone que estamos ante un concepto que se mueve por terrenos pantanosos, inestables: la predicción, la premonición, el vaticinio, la utopía, la tendencia, el pronóstico, etc. Es meterse de lleno en la incertidumbre y anular toda posibilidad operativa de recurrir a la prospectiva como una metodología apta para la resolución de problemas.

Nada más lejos de la realidad. Según José Miguel Fernández Güell (uno de los profesionales más vinculados al mundo de la prospectiva en España) se puede considerar la definición de la prospectiva como:

“En los últimos años, el término prospectiva –foresight en inglés y prospective en francés– ha comenzado a utilizarse ampliamente en diversos campos del conocimiento para describir una serie de enfoques e instrumentos que intentan mejorar la capacidad de decisión de los agentes públicos y privados para afrontar los retos que depara el futuro. De acuerdo con publicaciones recientes (FOREN, 2001; GAVIGAN & SCAPOLO, 2001), la prospectiva puede definirse como un proceso sistemático, participativo, generador de conocimiento sobre el futuro y creador de visiones a largo-medio plazo, dirigido a apoyar la toma de decisiones presente y a

2. SOLER B., Yezid. <http://prospectiva.blogspot.com.br/>

*movilizar acciones conjuntas. Así, la prospectiva no sólo produce estudios sobre el futuro, sino que también moviliza a los agentes clave del cambio y establece redes de expertos con el propósito de formular visiones estratégicas y de configurar una inteligencia anticipadora.”*³

No obstante, esta definición queda más vinculada al entendimiento de la prospectiva como metodología de acción en la planificación estratégica de ciudades y territorios. En un sentido más general, Yezid Soler la define como:

*[...] “la prospectiva es un conjunto colectivo de pensamientos, intereses, sentimientos y sensaciones que proyectan, a partir de una metodología, una imagen estructurada para la construcción de un futuro compartido.”*⁴

Pero a pesar de que el autor aclara paso a paso cada uno de los aspectos considerados en la definición, ésta sigue resultando ambigua, y en cierto modo, generalista. Michel Godet, uno de los autores que más ha profundizado sobre el tema de la prospectiva, sugiere:

Para ser fecundo, es decir: portador de futuro, el matrimonio entre la prospectiva y la estrategia debía encarnarse dentro de la realidad cotidiana y dar lugar a una verdadera movilización de la inteligencia colectiva a través de la apropiación (por todos los actores concernientes, situados desde arriba hasta abajo de la jerarquía). Si el reencuentro entre la prospectiva y la estrategia era inevitable, por el contrario no ha borrado la confusión entre géneros y conceptos que utilizan ambas. A pesar de que los conceptos estén muchísimo más próximos de lo que se admite generalmente. Así pues, la definición de la planificación propuesta por Ackoff (1973):

“Concebir un futuro deseado así como los medios necesarios para alcanzarlo”
*...no difiere en absoluto de la definición que nosotros proponemos para la prospectiva, donde el sueño fecunda la realidad, donde el deseo y la intencionalidad es fuente productora de futuro, donde la anticipación ilumina la preactividad y la proactividad.”*⁵

Aun así, la definición sigue presentando un apellido propio, en este caso se trata de la Prospectiva Estratégica. Es decir, nos encontramos ante una metodología empleada en el mundo empresarial para la anticipación ante escenarios que puedan representar

3. FERNÁNDEZ GÜELL, José Miguel. *Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial*. Madrid 2011.
4. SOLER B., Yezid. <http://prospectiva.blogspot.com.br/>
5. GODET, Michel. *La caja de herramientas de la Prospectiva Estratégica*. Cuaderno publicado por Gerpa con la colaboración de Electricité de France, Mission Prospective. Cuarta edición actualizada. Abril de 2000.

FUTURO:
(Del lat. futurus).
1. adj. Que está por venir.
Definición del D.R.A.E.

amenazas contra la empresa, su sector o su contexto inmediato, tratando de planificar las estrategias y protocolos de acción en el medio y largo plazo. Podría ser la herencia del conocido análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) que se emplea en los planes de empresa para la búsqueda y captación de inversores y/o participantes.

De manera igualmente especializada, nos encontramos con la Prospectiva Tecnológica. José Antonio Martín Pereda, Catedrático Universitario del Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid y experto en prospectiva tecnológica, define la prospectiva como:

*“Conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o predecir el futuro mediante el empleo de determinados métodos y herramientas que permitan la consecución de unos ciertos objetivos industriales o comerciales.”*⁶

Vemos que lejos de aunar sentidos, éstos comienzan a contradecirse. Puesto que ya no tratan de adaptarse a cambios manifestados en el presente para minimizar impactos de consecuencias imprevistas, sino que trata de predecirlos en sí mismos, yendo la propia definición del Diccionario de la Real Academia Española un paso más allá, determinando que la prospectiva explora ya ese futuro. Puesto que la definición ya empieza a ser más una amalgama de “dimes y diretes” que un concepto estrictamente diferenciado, la investigación requería aquí marcar los límites de la propia terminología (sin entrar aún a hablar de su funcionamiento).

Quizás en un intento de buscar el origen de su definición, debamos recurrir a los primeros autores que se encargaron de definirla aunque pertenezcan a otra época y contexto, de modo que establezcamos la base y principios de la definición rectora. En ese sentido, en el ámbito teórico podemos destacar las figuras de Gaston Berger y de Bertrand de Jouvenel como precursores de la prospectiva en Francia a mediados de los años sesenta. Gaston Berger la enuncia de la siguiente manera:

*[...] Ver lejos, ver ampliamente, analizar en profundidad y aventurarse [...] pensando en el hombre”*⁷

Por su parte, Bertran de Jouvenel, manifiesta dos posturas diferentes de aproximarse al futuro; en un ámbito más propio de las creencias y la manipulación perceptiva establece la primera aproximación como una realidad única sólo accesible para los oráculos, los profetas y los adivinos; por otra parte, la realidad múltiple, lo que llamó “futuribles”

⁸. Para André Clément Decouflé, la prospectiva:
6. MARTÍN PEREDA, José Antonio. *Prospectiva tecnológica: una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países*. 1ª Edición. Madrid: Ed. COTEC, 1995.
7. BERGER, Gaston, *Etapes de la prospective*, PUF, 1967.
8. JOUVENEL Bertran (de), *Sur la méthode prospective: un bref guide méthodologique*, Futuribles, nº179,1993.

"[...] es una manera de mirar al mismo tiempo a lo lejos y de lejos una determinada situación. A lo lejos, intentando conjeturar futuros y de lejos, teniendo en cuenta todos los retrocesos del tiempo"⁹

El concepto de prospectiva viene tan vinculado su desarrollo a las vertientes teóricas como a las prácticas, y es precisamente por esta razón por la que no puede considerarse que sean sólo los estudios o únicamente las experiencias prácticas, las que la definen. Se trataría pues de un método híbrido.

Ya en este punto se propone la siguiente definición general: *la prospectiva es un método híbrido cuantitativo-cualitativo entre la experiencia práctica y el análisis riguroso que genera modelos y protocolos flexibles de actuación con el objeto de minimizar o atenuar el impacto de las consecuencias futuras propiciadas por las causas actuales mediante el trabajo con la incertidumbre.*

Es importante también establecer las principales diferencias que se pueden encontrar entre la prospectiva y los posibles términos que pudieran considerarse sinónimos sin la definición que se acaba de proponer. Entre los términos se encuentran aquellos vinculados a una percepción avanzada o enfocada hacia el futuro:

- **Clarividencia/Profecía:** Se diferencia en que ésta es una hipotética capacidad individual e intransferible, científicamente no demostrada con los medios actuales, de un individuo para obtener información de acontecimientos futuros.

- **Precognición/Premonición/Prognosis:** A diferencia del concepto anterior, los acontecimientos futuros que se deducen no pueden ser obtenidos con los datos de los que se disponen en el presente según los medios actuales.

- **Predicción/Vaticinio/Pronóstico:** La característica principal es su empleo de la estadística y la probabilidad para anunciar por revelación, ciencia o conjetura algo que ha de suceder. No obstante, las predicciones sólo se hacen efectivas en un escaso porcentaje y sin ningún indicio de resultados satisfactorios, especialmente en los medios y largos plazos.

- **Presagio/Presentimiento/Augurio:** No tiene pretensiones de universalidad, es la constatación por tendencia de una alta probabilidad de suceso.

- **Probabilidad/Estadística/Tendencia:** Son estudios cuantitativos procedentes de las matemáticas para la organización sistemática de resultados según los parámetros analizados.

9. DECOUFLÉ, André Clément, *La prospectiva*, Oikos Ediciones. 1974 España, Pág. 5

"El futuro es la categorización de un estado de cosas que aún no es, pero que sabemos que de alguna manera, inexorablemente va a ser y que en Prospectiva queremos que sea de determinada manera."

Agustín Merello

INCERTIDUMBRE:

1. f. Falta de certidumbre.

Definición del D.R.A.E.

"La incomodidad de la incertidumbre es la parte más positiva de la experiencia. Si uno se siente incómodo porque no sabe, aprenderá de todo. Lo que quiera. De lo contrario, se quedará parado antes de empezar."

Serie: Dawson crece

Transdisciplinariedad

Como su nombre parece indicar, la transdisciplinariedad supone algún tipo de asociación entre múltiples y diversas disciplinas. El problema surge, al igual que en los casos anteriores, cuando su acepción no dispone de manera oficial de unos límites completamente definidos y satisfactorios, y es el empleo de los prefijos y su aporte de significado lo que altera y modifica el fin último de su empleo de manera completamente distinguida.

Los términos que entran en conflicto aquí son la multidisciplinariedad, la pluridisciplinariedad, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, y son fruto de los contextos de desarrollo actuales en los diversos campos intelectuales y empresariales. Aunque todos ellos indican variedad de disciplinas, los prefijos son indicativos del modo en el que éstas interactúan, y por ende, supone una interpretación distinta de su significado.

En relación a la multidisciplinariedad podemos acudir a una definición genérica como la siguiente:

"La multidisciplinariedad es una mezcla no integradora de varias disciplinas en la que cada disciplina conserva sus métodos y suposiciones sin cambio o desarrollo de otras disciplinas en la relación multidisciplinar. Los profesionales implicados en una tarea multidisciplinar adoptan relaciones de colaboración con objetivos comunes." ¹⁰

Que quizás podríamos completar con la definición ofrecida por Carlos Miranda Levy:

"La multidisciplinariedad es un elemento clave para la creatividad y la innovación, así como un requisito para la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. Si bien puede sonar a un rebuscamiento innecesario, prefiero usar los tres términos para definir tres procesos o fenómenos distintos pero relacionados sobre el aprendizaje y la práctica holística del saber y las habilidades.

Multidisciplinariedad

Podemos iniciar por referirnos con el término "multidisciplinariedad" a la búsqueda del conocimiento, interés o desarrollo de habilidades en múltiples campos.

La multidisciplinariedad es algo natural, común y que ocurre con cierta frecuencia. Por ejemplo, es común para los estudiantes: practicar deportes, tomar clases de matemática y ciencias naturales en la educación

10. JÁUREGUI, Jorge Mario. *Urbanismo y Transdisciplinariedad. Intersecciones* (<http://www.jauregui.arq.br/transdisciplinariedad.html>) (Puntuaciones en relación con el abordaje de la articulación de lo formal y lo informal en América Latina).

primaria, o clases de física, química y literatura en la educación secundaria, y de ética, filosofía, matemáticas y lengua en los ciclos propedéuticos o generales de a educación superior.

Pero esta multidisciplinariedad no nos servirá de mucha ventaja, a menos que logremos conectar los saberes y valores de dichos campos.”¹¹

Queda claro entonces que la multidisciplinariedad es el trabajo no integrado de diversas disciplinas de manera simultánea, pero valga la redundancia, independientes unas de otras. Es un mecanismo propio de la cotidianidad que permite desarrollar nuestro conocimiento en una especie de catálogo o esquema mental preconfigurado. Un casillero ya clasificado de antemano que nos hace distinguir los conceptos según el origen marcado o las pautas que lo identifican como perteneciente a un campo determinista y determinado del saber.

Siguiendo esta definición atendemos entonces a que:

“La pluridisciplinariedad es la unión no integrativa de dos o más disciplinas, más o menos cercanas y por lo general dentro de un campo de conocimientos, que conservan sus métodos y modelos propios, como ocurre en la multidisciplinariedad pero en la que se busca mejorar la relación entre ellas. Como ejemplo de relación pluridisciplinar podemos citar la existente entre la Física y la Química para el estudio de ciertos sistemas o procesos.”¹²

Ya la relación entre las diversas disciplinas aquí busca una mayor afinidad entre ellas. Sólo por motivos de conveniencia, parece preciso el trabajo conjunto o colaborativo de las mismas y que sólo por ello, puede llegarse al entendimiento y resolución de determinados problemas que de manera independiente no podrían satisfacerse, pero que no por ello implica una integración de sus respectivos dominios.

Podría considerarse que éste es el método de aprendizaje que resulta más familiar junto al anterior en los sistemas educativos actuales. Disponemos de unos bien diferenciados campos que en breves ocasiones cruzan sus competencias dando origen a asignaturas combinadas, donde como bien se indica, la alianza entre Física y Química es su expresión más característica en estudios de nivel de secundaria. Subiendo un peldaño más, en el actual Grado de Arquitectura (y planes anteriores de Licenciatura), se aprecian concomitancias con este tipo de desarrollos en asignaturas vinculadas a la expresión gráfica y al proyecto arquitectónico, enlazando con campos como la geometría descriptiva matemática, la conexión puntual de otras áreas que convergen en los estudios analíticos de los

11. MIRANDA LEVY, Carlos. *Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad*. <http://portal.educar.org/creatividad/ciencias/multidisciplinariedad>

12. TORRES SANTOMÉ, Jurjo. *Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado*. Ediciones Morata, 1994. ISBN: 84-7112-372-X. Pág. 72.

proyectos, etc.

Pero siguiendo con la distinción de estos conceptos, llegamos a dos que son especialmente relevantes y similares, pero cuyo matiz es significativamente distinto.

“Interdisciplinariedad es un término que expresa la cualidad de ser interdisciplinario. Un campo interdisciplinario es un campo de estudio que cruza los límites tradicionales entre varias disciplinas académicas o entre varias escuelas de pensamiento, por el surgimiento de nuevas necesidades o la elección de nuevas profesiones.

En principio, el término «interdisciplinario» se aplica en el campo pedagógico al tipo de trabajo científico que requiere metodológicamente de la colaboración de diversas y diferentes disciplinas y, en general, la colaboración de especialistas procedentes de diversas áreas tradicionales.

La interdisciplinariedad involucra grupos de investigadores, estudiantes y maestros con el objetivo de vincular e integrar muchas escuelas de pensamiento, profesiones o tecnologías, –aun con sus perspectivas específicas–, en la búsqueda de un fin común. La epidemiología del SIDA o el calentamiento global requieren comprender varias disciplinas para resolver problemas irresolutos.

Otros autores han definido la interdisciplinariedad como un conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada.”¹³

El mismo concepto, Carlos Miranda Levy lo define como:

“Podemos llamar “interdisciplinariedad” a la habilidad y práctica de combinar e integrar actores, elementos y valores de múltiples áreas del saber, el conocimiento y la técnica práctica. A identificar sinergias, analogías, paradojas y enfoques desde múltiples puntos de vista y enfocados en distintos aspectos de los fenómenos y procesos que trabajamos.

Esta interdisciplinariedad, requiere de estímulo, estructura y exploración de los campos envueltos, con experticios o expertos específicos de cada uno aportando valor al objeto de estudio o trabajo.

En el caso de la creatividad e innovación en la educación, la interdisciplinariedad debe ser estimulada por los docentes y facilitadores, para que los estudiantes puedan identificar dichas oportunidades y ser capaces de asociar los conocimientos y habilidades adquiridos en cada campo y combinarlos para un mejor desempeño. En esta línea, sería recomendable que los docentes coordinaran sus programas de clase, lecciones y ac-

13. TAMAYO, Mario. *Diccionario de la investigación científica*, 2ª ed., Limusa, México. 2004. pág.172 ISBN 978-968-18-6510-8.

tividades prácticas para propiciar oportunidades de interdisciplinariedad y aprendizaje combinado entre múltiples áreas del saber.

*Es relativamente fácil su puesta en marcha y estímulo a través de la combinación puntual de disciplinas para fenómenos o áreas específicas, por ejemplo: música y matemáticas, astronomía y filosofía, física y anatomía, psicología y conducta animal, ingeniería mecánica y biología, literatura, historia y geografía, etc.”*¹⁴

Y cabría añadir el por qué del interés en esta integración de conocimientos que Esperanza Sánchez desarrolla en este artículo:

“En la ciencia moderna, si queremos hablar de trabajo en equipo, debemos hacer referencia a sus principales exponentes: Galileo, Descartes y Bacon.

La sociedad científica le agregó la importancia de la comunicación en todas las disciplinas, y a mediados del siglo XX este factor se retoma en la interdisciplinariedad. Los representantes de estas ideas fueron Gottfried Wilhelm Leibnitz y Jean Amos Komenski, el cual propone la pedagogía de la unidad, capaz de eliminar la fragmentación del saber de las disciplinas. De esta forma, las disciplinas se integran.

*En el siglo XX acontecen hechos históricos que inducen a la integración de las ciencias en la búsqueda de soluciones a situaciones complejas. Las guerras mundiales obligaron a la reagrupación de los saberes, que se caracterizaba por la fragmentación de problemas en subproblemas para llegar a las soluciones integrales.”*¹⁵

Es este concepto el que en un primer momento parece tener más vinculación con la polimatía y con una metodología prospectiva, ya que los polímatas e inventores no producían elementos universales de un campo específico, sino que era el cruce de diversas disciplinas las que suponían un desarrollo innovador y creativo, tan presente hoy en día en los modelos de participación creativa que se organiza especialmente en los entornos empresariales para la dinamización de su oferta.

Vemos así que la multidisciplinariedad se diferencia claramente de la interdisciplinariedad debido a esa interacción que se defendía desde el principio de las diversas disciplinas que toman parte. En una relación multidisciplinar, esta cooperación puede ser mutua y acumulativa pero no interactiva mientras la interdisciplinariedad mezcla las prácticas y suposiciones de las disciplinas implicadas. Es decir, la interdisciplinariedad supone un mayor grado de integración entre las disciplinas.

14. MIRANDA LEVY, Carlos. *Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad*. <http://portal.educar.org/creatividad/ciencias/multidisciplinariedad>

15. SÁNCHEZ, Esperanza. *Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad*. 2010 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L.

Sin embargo, veamos por qué finalmente se selecciona la transdisciplinariedad como elemento clave para la polimatía prospectiva. En este sentido, encontramos que:

*“En cuanto a principio de formas integradoras de investigación, la transdisciplinariedad comprende una familia de métodos para relacionar el conocimiento científico, la experiencia extra-científica y la práctica de la resolución de problemas. En esta comprensión la investigación transdisciplinar se orienta hacia los aspectos del mundo real, más que a aquellos que tienen origen y relevancia sólo en el debate científico.”*¹⁶

Y retomando las definiciones que comentaba Carlos Miranda Levy en su artículo, escribe:

“Podemos referirnos a la “transdisciplinariedad” como a la práctica de un aprendizaje y quehacer holístico, que trasciende las divisiones tradicionales del saber y el conocimiento, pero no necesariamente las ignora.

Bajo un enfoque transdisciplinario, no compartimentalizamos un objeto de estudio o actividad dentro de una rama u otra del saber o la ciencia, sino que asumimos su naturaleza plural que trasciende áreas y emprendemos su exploración y descubrimiento abiertos a todas las ramas que nos lleve.

*Su implementación en la educación es un poco más compleja y delicada ya que debe evitarse el menosprecio hacia las distintas áreas del saber o su minusvaloración. El objetivo es apreciar cada campo, pero ser capaces de ver más allá de sus barreras y límites convencionales, en un continuo saber infinito que se extiende y conecta todas las ramas del saber y el quehacer.”*¹⁷

Que Elena Sánchez complementa con:

“La definición de transdisciplinariedad desde distintos enfoques científicos permite el análisis de problemas de una gran complejidad, por lo que la aportación de cada una de las disciplinas ayuda a profundizar y explorar las distintas dimensiones de lo realizado. De esta forma, con el análisis se logra aclarar situaciones confusas, como dilemas de incertidumbre, angustias morales, que se presentan en el cuidado de las personas. El enfoque que varios filósofos le dan a la transdisciplinariedad es el de “reafirmación y constante epistemológico de la reagrupación de los saberes”. El

16. Definición extraída de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Transdisciplinariedad>.

17. MIRANDA LEVY, Carlos. *Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad*. <http://portal.educar.org/creatividad/ciencias/multidisciplinariedad>.

*objetivo es apreciar cada campo, pero también ser capaces de ver más allá de sus barreras y límites convencionales, en un continuo saber infinito que se extiende y conecta todas las ramas del saber y el quehacer."*¹⁸

Ahora sí, viendo esta especificidad de matices, estaríamos preparados para identificar la terminología más apropiada para incorporar en el desarrollo de este trabajo de investigación. La transdisciplinariedad no se limita ni encasilla a la mera interacción de las disciplinas, sino que aún siendo más difícil de manejar (por la falta de experiencia en este tipo de planteamientos), vincula todo el saber de forma completamente integrada, participativa y no pretenciosa, para advertir sobre las posibilidades y circunstancias operativas para la ejecución creativa e innovadora de actividades y procesos.

Ésta sí parece ser una cualidad específica de los polímatas en su cruce de conocimientos e integración de metodologías, una concepción holista que más adelante se desarrolla (véase página 46). La prospectiva entendida como metodología según se ha definido en este apartado propedéutico, indica la necesaria integración de las diversas disciplinas que puedan verse involucradas en la resolución de escenarios de futuro para su aplicación práctica desde el presente, único escenario en el que nos podemos mover, y es por esta razón, que debemos matizar el tipo de interacción entre los distintos actantes.

"Haz que edifiquen juntos una torre, y los convertirás en hermanos. Pero si quieres que se odien, arrójales comida."

*Antoine Marie Jean-Baptiste
Roger de Saint-Exupéry*

18. SÁNCHEZ, Esperanza. *Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad*. 2010 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L.

METODOLOGÍA Y SISTEMÁTICA

Antes de entrar en materia, sería conveniente añadir este apartado que concierne al posicionamiento de la prospectiva como metodología en el marco de la transferencia de conocimiento. Del mismo modo que se han acotado las definiciones en el sentido con que se van a trabajar y a tener en cuenta, este posicionamiento permite obtener un mapa de localización en el conjunto de métodos y modelos de estudio propios de un método científico, pero también precisa el sentido que adquiere y el fin que persigue.

Encontramos una abrupta división entre los métodos cuantitativos y los cualitativos. Considerados éstos últimos como poco científicos debido al carácter subjetivo de algunas variables que manejan. No obstante, desde hace relativamente pocas décadas, el surgimiento de movimientos intelectuales en pro de la física cuántica, está demostrando que hay afectos cualitativos que definen con mayor precisión el comportamiento de determinados entes de estudio y/o contextos.

Fue Werner Heisenberg quien introdujo su Principio de Incertidumbre en el contexto académico y científico y quien propuso el trabajo indeterminista con la incertidumbre, dando pie a la aparición de sistemas más avanzados, especialmente en el ámbito de la Física Teórica y la Mecánica Cuántica, cuyas metodologías ya se basan en este principio. Veamos pues en qué ámbito se mueve la prospectiva.

Métodos cuantitativos

La metodología cuantitativa es aquella que trata de satisfacer y dar respuesta a las cuestiones de ¿qué, quién/es, cuándo, cuánto/s y dónde? Marca de manera reglada y con precisión matemática la cantidad numérica de un medio y sus características, realizando un registro de la probabilidad de ocurrencia y la estadística relativa para la toma de decisiones.

Aún a riesgo de parecer un engañabobos, los métodos cuantitativos son la base del empirismo y del conocimiento científico tal y como lo conocemos. El modelo de método científico como sistema productor de conocimiento válido y verdadero, trata de corroborar las hipótesis de estudio a través del porcentaje probabilístico de acierto frente al de fracaso en su aproximación al análisis de un determinado fenómeno, en unas condiciones cuantitativas concretas, que consiguen satisfacer a partir de cierto umbral, las expectativas requeridas por la hipótesis de partida. Surgen así fórmulas, desarrollos y conocimiento en

general capaz de predecir con cierto grado de precisión dichos comportamientos.

En cierto sentido, es una visión reduccionista de la realidad que simplifica ésta hasta porciones más fácilmente asimilables a nuestro entendimiento. Continuamente replanteándose la búsqueda de una fórmula universal y unificadora para todo tipo de fenómeno conocido, se ha extendido en todas las áreas, y especialmente en aquellas vinculadas a la economía. La econometría es un claro ejemplo de ello. Aporta un gran valor a la determinación de valores cuantificables, y ayudan en los procesos de clasificación y sistematización, configurando el pilar básico de la lógica deductiva. Su metodología es muy potente porque tiende a formular axiomas cuando el nivel de acierto o aproximación es muy alto, por ejemplo, la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre es de 9,81m/s²; aunque sabemos también de forma empírica que esto varía en función de la altitud, la presión atmosférica, la densidad del suelo, etc.

A continuación se muestra una clara diferenciación entre ambas metodologías según Salvador Pita Fernández y Sonia Pértegas Díaz:

"El objetivo de cualquier ciencia es adquirir conocimientos y la elección del método adecuado que nos permita conocer la realidad es por tanto fundamental. El problema surge al aceptar como ciertos los conocimientos erróneos o viceversa. Los métodos inductivos y deductivos tienen objetivos diferentes y podrían ser resumidos como desarrollo de la teoría y análisis de la teoría respectivamente. Los métodos inductivos están generalmente asociados con la investigación cualitativa mientras que el método deductivo está asociado frecuentemente con la investigación cuantitativa.

Los científicos sociales en salud que utilizan abordajes cualitativos enfrentan en la actualidad problemas epistemológicos y metodológicos que tienen que ver con el poder y la ética en la generación de datos así como con la validez externa de los mismos.

La investigación cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio

*de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada."*¹

Hay muy diversos tipos de métodos cuantitativos, suponen unas muy buenas herramientas analíticas de trabajo. Aunque podríamos enumerar una extensa lista de métodos cuantitativos, es preferible seleccionar aquellos que están más vinculados al intento de hallar una metodología prospectiva y que J. Scott Armstrong recopila en su libro "Principles of forecasting". A continuación se muestra un breve listado a modo de índice de los principales métodos²:

- 1 Juego de roles (*Role playing*)
- 2 Intenciones (*Intentions*)
- 3 Opiniones de expertos (*Expert opinions*)
 - 3.1 Mejora de juicios en la predicción
 - 3.2 Mejora de la fiabilidad de los juicios predictivos
 - 3.3 Descomposición de juicios predictivos y estimaciones
 - 3.4 El método Delphi
- 4 Análisis conjunto (*Conjoint analysis*)
- 5 Instrucciones de juicio iniciales (*Judgmental bootstrapping*)
 - 5.1 Deducción de reglas de los expertos en predicción
- 6 Analogías (*Analogies*)
 - 6.1 Predicción periódica análoga
- 7 Extrapolación (*Extrapolation*)
 - 7.1 Extrapolación de períodos y datos cruzados
 - 7.2 Redes neurales de predicción periódica
- 8 Predicción reglada (*Rule-based forecasting*)
 - 8.1 Empleo de juicios en la extrapolación periódica
- 9 Sistemas expertos (*Expert systems*)
 - 9.1 Sistemas expertos de predicción
- 10 Métodos econométricos (*Econometric methods*)
 - 10.1 Predicción econométrica
- 11 Métodos selectivos (*Selecting methods*)
- 12 Integración, ajuste y combinación (*Integrating, adjusting, and combining*)
 - 12.1 Predicción de juicios periódicos empleando el conocimiento de un campo
 - 12.2 Ajuste de juicio de la predicción estadística
 - 12.3 Combinaciones predictivas
- 13 Métodos de evaluación (*Evaluating methods*)
 - 13.1 Métodos de evaluación predictiva
- 14 Evaluación de incertidumbre (*Assessing uncertainty*)
 - 14.1 Intervalos de predicción para previsiones periódicas
 - 14.2 Exceso de confianza en el juicio predictivo
- 15 Alcance de aceptación (*Gaining acceptance*)
 - 15.1 Escenarios y aceptación de la predicción
- 16 Monitorización predictiva (*Monitoring forecasts*)
 - 16.1 Aprendizaje de la experiencia: copia de una retrospectiva parcial y ambigua

1. PITA FERNÁNDEZ, Salvador y PÉRTEGAS DÍAZ, Sonia. *Investigación cuantitativa y cualitativa*. 2002. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp
2. SCOTT ARMSTRONG, J. *Principles of forecasting*. U.S.A. University of Pennsylvania, Ed. Springer, 2001. ISBN: 978-0-7923-7401-5 (SC)

- 17 Aplicación de principios (*Application of principles*)
 - 17.1 Población predictiva
 - 17.2 Divulgación de las innovaciones predictivas: Implicaciones de las extrapolaciones periódicas
 - 17.3 Modelos econométricos para la predicción de intereses de mercado
 - 17.4 Pruebas de venta predictivas de nuevos bienes de consumo
- 18 Divulgación de principios (*Diffusion of forecasting*)

De entre éstos métodos, el más destacado es el método Delphi (en muchas ocasiones considerado parte de la metodología cualitativa debido a la participación subjetiva de los expertos) y como herramienta, el análisis DAFO (ya mencionado en la página 25). Es una de las metodologías más laboriosas y extendidas en los ámbitos de la investigación de mercados y un proceso “de moda” en otros entornos. Según Félix Tezanos:

“La técnica Delphi de investigación social se utiliza para intentar identificar los escenarios o los cauces por los que más probablemente puede ocurrir el futuro y el camino que más verosímelmente tomará.

La técnica Delphi se caracteriza por utilizar cuestionarios estructurados y por acompañarse de evaluaciones cuantificables de cada uno de los asuntos sometidos a la consideración de los expertos. Aunque cuantificables, los estudios Delphi no son comparables con algunos estudios predictivos basados en modelos matemáticos, cuajados de ecuaciones y amparados en la ilusoria presunción de que la gente se comporte imperiosa e inexorablemente de acuerdo con intereses racionales previamente establecidos y determinados.

La clave del éxito de cualquier estudio Delphi reside en que los participantes sean realmente buenos expertos en la materia analizada, que sean los más pertinentes para establecer las previsiones solicitadas y que el equipo investigador realice un seguimiento permanente en todas las fases y procesos del estudio, para que los expertos puedan llegar a un consenso predictivo sobre el camino que van a tomar los hechos a partir de indicios reales y, la mayoría de las veces, preexistentes y que los expertos deben conocer de manera muy directa e inmediata.”³

Como se puede observar según esta breve explicación del proceso, hay un intento por introducir variables de carácter cualitativo que dependen del nivel de expertización de los consultores que intervienen en el estudio. El potencial que ha demostrado esta técnica es el de abrir un cierto margen a la incertidumbre para incurrir en patrones de comportamiento más flexibles. Esto ha supuesto aproximaciones mucho más realistas ante la variación de tendencias en los mercados. Tras el desarrollo de esta tesis se puede ver la experiencia práctica en materia de investigación cualitativa estratégica desarrollada en un taller de prospectiva para jóvenes investigadores (véase página 117).

3. FÉLIX TEZANOS, José y BORDAS, Julio. *Estudio Delphi sobre la casa del futuro*. págs. 139-140. Madrid: Ed. Sistema, 2000. ISBN: 84-86497-45-0

Intencionadamente, se finaliza este apartado con la explicación de este método -que como decía, está adquiriendo protagonismo en varias disciplinas- porque podemos entrever enseguida la necesidad de incorporar rangos y variables no controlados que comienzan a manejar la incertidumbre en sus procesos de trabajo. Está muy bien calcular probabilidades y tendencias, pero más aún advertir todo un abanico probable de posibilidades y de los mecanismos que actuarían según una tendencia beneficiaria u hostil, dependiendo del caso. Ante dicha necesidad de incorporar la incertidumbre, debemos entrar en la definición de los métodos cualitativos.

Métodos cualitativos

Como complemento a la metodología cuantitativa, la cualitativa es aquella que se encarga de dar respuesta a las cuestiones de ¿cómo, por qué y para qué? Es una componente mucho más experiencial que identifica las causas y consecuencias en el análisis del comportamiento de un fenómeno concreto. Como se indica, no es una metodología opuesta a las técnicas cuantitativas, ya que éstas suponen una muy buena herramienta para cuantificar y enunciar el problema que plantea el estudio del comportamiento fenomenológico objeto de atención, sino que complementan esa información y le confieren un valor añadido al tratar de averiguar el origen, los indicadores y las causas y consecuencias inherentes.

Este tipo de aproximaciones, además de ser más fidedignas a los contextos reales, aportan un conocimiento mucho más valioso que los métodos anteriores. Saber el cómo y por qué de las cosas, ayuda a entender no sólo el fenómeno en cuestión sino el protocolo de acciones y decisiones a tener en cuenta para favorecer o disuadir la aparición del mismo. Es un principio básico propio de la heurística (la resolución de problemas), y que trabaja con mayores dosis de incertidumbre de la que acostumbramos. La complejidad de los sistemas a abordar es muy superior, ya que comienzan a entrar variables de carácter dinámico y factores de imprevisibilidad. Es aquí donde el principio de incertidumbre de Heisenberg se muestra con mayor evidencia.

Veamos un cuadro que distingue perfectamente ambos tipos de métodos y las herramientas que se emplean a menudo según José Miguel Fernández Güell⁴:

4. FERNÁNDEZ GÜELL, José Miguel. *Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial*. Madrid 2011.

Métodos cuantitativos	Métodos cualitativos
Extrapolación de tendencias	Encuestas y entrevistas a expertos
Descomposición de series temporales	Paneles de expertos
Análisis de regresión	Método EASW
Análisis de procesos estocásticos	Método Delphi
Modelo econométricos	Análisis de tendencias
Modelos de simulación	Diseño de escenarios
Modelos de regímenes caóticos	Sinopsis iterativa
Dinámica de sistemas	Árboles de decisión y relevancia
Análisis de impactos cruzados	Análisis morfológico
Análisis coste-beneficio	Teoría de catástrofes
Análisis de riesgo	Analogía histórica
Análisis input-output	Incasting y Backasting
Teoría de juegos	Visioning
Instrumentos complementarios	
Environmental scanning, Brainstorming (tormenta de ideas), Mindmapping (mapa mental), Benchmarking, Roadmapping (hoja de ruta), Análisis DAFO	

Aunque también depende del uso que se haga de éstos métodos y del rigor con- que se considere su empleo. Por ejemplo, "una tormenta de ideas" puede ser un método cualitativo para la resolución de problemas básicos, pero un "mapa mental" puede ser una construcción mucho más rigurosa, puede configurar una constelación de conceptos de un trabajo en curso. De entre las definiciones encontradas, podemos destacar la que realizan Julio C. Valdez Alayón y Hayda Espejo Rondón:

*"Se habla de métodos cualitativos en plural. No hay una cosa única que podamos denominar metodología cualitativa. Se trata de una diversidad de caminos en el marco de la investigación social. Esa diversidad de opciones viene dada tanto por la naturaleza de cada método empleado, como por la diversidad de paradigmas, modelos y procedimientos que le dan sustento. No hay unidad en cuanto a qué son y cómo se operacionalizan los llamados métodos cualitativos. Se trata de una búsqueda abierta de conocimiento comprome- tido con la verdad y con el bienestar de los seres humanos. Implica un com- promiso entre las personas, una interacción y una negociación constante. Los principales métodos cualitativos son: Investigación-acción, método etnográfico, método biográfico (Historias de Vida), Método comparativo constante, evaluación iluminativa."*⁵

No obstante, estas metodologías enunciadas forman parte del ámbito de los es- tudios sociológicos. Es por ello que la prospectiva, aún pudiendo ser una potente herra-

5. VALDEZ ALAYÓN, Julio C. y ESPEJO RONDÓN, Hayda. *Introducción a los métodos cualitativos*. <http://www.monografias.com/trabajos27/metodos-cualitativos/metodos-cualitativos.shtml>

Tabla 1. Tipos de métodos cuantita- tivos, cualitativos y herramientas de trabajo. Cabe destacar que estos procesos son una breve lista perteneciente al cruce de modelos económicos y estratégicos fruto de la investigación sobre pros- pectiva estratégica realizada por D. José Miguel Fernández Güell. Entrando en otros sectores, se encuentran infini- dad de procesos alternativos de sendos tipos.

Tabla 2. Diferencias entre investigación cuantitativa y cualitativa. El problema de este tipo de cuadros, a priori, es que parecen enfrentar las metodologías. Se debe recordar que la Prospectiva es una metodología híbrida que emplea ambos tipos de procesos o investiga- ciones.

mienta se diluye en una base etérea, no uniformizada que requiere una labor de definición propia. Podemos ver sus principales diferencias en la siguiente tabla⁶:

Diferencias entre investigación cuantitativa y cualitativa	
Investigación cuantitativa	Investigación cualitativa
Basada en la inducción probabilística del positivismo lógico	Centrada en la fenomenología y en la comprensión
Medición penetrante y controlada	Observación naturista sin control
Objetiva	Subjetiva
Inferencia más allá de los datos	Inferencias de sus datos
Confirmatoria, inferencial, deductiva	Exploratoria, inductiva y descriptiva
Orientada al resultado	Orientada al proceso
Datos "sólidos y repetibles"	Datos "ricos y profundos"
Generalizable	No generalizable
Particularista	Holista
Realidad estática	Realidad dinámica

Desde diversos campos se ve esta tendencia y necesidad, pero sigue siendo una terminología muy reciente a pesar de las décadas que lleva en marcha en los círculos de investigación y transferencia de conocimiento. Uno de los principales problemas, se encuentra al examinarlo bajo un método científico estricto (y por ende, cuantitativo). La incertidumbre y el aporte subjetivo de decisiones o variables, suponen un cierto desequili- brio y descontrol sobre el resultado final que tanto incomoda en la comunidad científica. Pero recordemos que según la definición que se establece en este apartado, la prospectiva no es la apuesta definitiva por un método cualitativo, sino el conjunto híbrido de una metodología cuantitativa y una cualitativa que se respaldan mutuamente, una sinergia de ambos procesos, no una competición entre ellos.

Desde el punto de vista de la sociología y los ámbitos más antropológicos de la rama de Humanidades, la metodología cualitativa tiene ya un largo recorrido, pero desde el campo de las ingenierías y/o las ciencias puede parecer que no hay grandes asociaciones a este tipo de métodos. Y es debido al incremento de complejidad e incertidumbre de los sistemas que se pueden abordar, el motivo principal por el que, desde las ciencias, la falta de costumbre a tratarlos supone una barrera dominada por el juicio crítico del método científico tan extensamente arraigado. En relación a la complejidad y a dejar de manifiesto esta relación entre lo cuantitativo y lo cualitativo que parece dividir dos caras de una mis- ma moneda, Carlos Eduardo Maldonado escribe:

"En rigor, las ciencias de la complejidad se erigen como ese locus en el que por primera vez, de manera efectiva y necesaria, se impone un diálogo al mismo nivel entre las ciencias básicas y las ciencias sociales, en- tre la ciencia y la filosofía, en fin, entre ciencia y sociedad. Carece de sentido hacer ciencia sin un fundamento material. Éste es, por lo demás, el primero

6. PITA FERNÁNDEZ, Salvador y PÉRTEGAS DÍAZ, Sonia. *Investigación cuantitativa y cualitativa*. 2002. http://www.fisterra.com/mbef/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp

de los criterios que sirven para distinguir la ciencia de la pseudo-ciencia. Pues bien, en el marco de las ciencias básicas y naturales, el fundamento material es la física. No tiene, en absoluto, sentido hacer ciencia –en general–, sin un fundamento físico, por ejemplo, sin una referencia a, y sin un conocimiento de, la física. Análogamente, en las ciencias sociales y humanas, el fundamento material es la economía. Y en esta misma dirección, una ciencia verdaderamente significativa es aquella que tiene en cuenta, por lo menos, o que se se sienta, a partir de la economía. De esta suerte, la física y la economía cumplen funciones análogas.”⁷

Podemos aventurarnos a decir que de entre las distintas formas de aproximarnos a “lo real” hay dos que nos interesa conocer como arquitectos principalmente y que difieren rotundamente tanto en los procesos cognoscitivos empleados como en los resultados: el modo racional y el enfoque artístico. Y sin embargo, ninguno de ellos es prioritario sobre el otro, ya que parten de un origen distinto y alcanzan objetivos y fines diversos. En relación a esto, Juan Calduch cita:

“Un ejemplo podrá aclarar todo esto. Ante un mismo hecho, la planta del jazmín, podemos intentar comprenderlo de dos formas distintas. El Deodendron, con un planteamiento pragmático, a fin de suministrar la información necesaria para el proyecto de jardinería, escribe:

“Jazmín (Oleácea; especies de jasminum)

Orígen: regiones tropicales y subtropicales de Europa, África y Asia.

Exigencias: Viven en una gran cantidad de tierras, prefiriendo las situaciones soleadas. Son delicados a las heladas pero pueden recuperarse a través de una poda de las ramas dañadas. El más resistentes es el Jasminum officinalis.

Crecimiento: medio.

Características: son arbustos y plantas sarmentosas o trepadoras, de forma irregular y ramas verdes y angulosas. Se cultivan por su agradable perfume, apoyados contra muros o en soportes. Existen unas 200 especies.

Hojas: C o P opuestas y alternas, simples y compuestas de folíolos enteros en número impar; color verde medio o verde oscuro.

Flores: amarillas o blancas (raramente rosadas) en grupos terminales muy perfumadas.

Frutos: baya generalmente negra, de dos lóbulos.”

Y sigue enumerando toda una serie de características y especies diferentes, explicando la forma concreta de utilización.

7. MALDONADO, Carlos Eduardo. Citado en documento de CIPE, Universidad Externado de Colombia, titulado *Ciencias de la complejidad: Ciencias de los cambios súbitos*, pág.42.

Pero Juan Ramón Jiménez, refiriéndose a esta misma realidad, el jazmín, escribe:

“ ¡Jazmín blanco, jazmín sonrosado en el fresco jardín! ¡Jazmín de cinco hojas, de siete hojas! Esencia de jazmín blanco, amarillo, en el estío, en un rincón verde, de húmeda sombra! -Flor limpia, alegre y triste, de carne y de crepúsculo que con tu olor sensual y divino, me evocas no se qué historias pálidas, medio borradas ya por los senderos de la bruma de mi memoria...- ¡Limo de fuente, con jazmines que han caído, jazmín al sol, caliente, escalados de rosas, jazmines que con sus manos románticas cogieron cuando el aire jugaba con la tarde hermosa! -...Aquella mujer lánguida que me quiso, dejaba un olor de jazmín... En su besada boca, dos hileras de duros jazmines se reían bajo los ojos, bellos cual lunas melancólicas...”⁸

Ya aquí quedan reflejadas brevemente estas dos aproximaciones que enuncia Juan Calduch, pero no es más que otro tipo de clasificación frente a lo que se ha denominado en este apartado métodos cuantitativos (que él denomina modo racional) y métodos cualitativos (a los que llama enfoque artístico). Ninguna de ellas es completa en su totalidad, y desde la ciencia se tiene en mayor consideración la parte más racional o cuantitativa, sin embargo, es la combinación de las dos lo que sugiere un mayor potencial creativo; la que habla de complejidad.

Anteriormente se ofrecía una pequeña pista sobre la introducción de la ciencia en el campo de la incertidumbre y de los procesos cualitativos con el Principio de incertidumbre de Heisenberg en 1.927 y su aplicación a la Física Teórica de partículas. Se produce una dicotomía intelectual entre la Física Clásica y la Física Cuántica, siendo éste último el que más labores de investigación y hallazgos produce anualmente a nivel global, y ahí es preciso realizar una breve descripción que nos haga entender este nuevo escenario operativo.

8. CALDUCH, Juan. *Temas de composición arquitectónica nº2. Razón, racionalidad, racionalismo*. Editorial Club Universitario. Alicante, 2001. ISBN: 84-8454-109-6.

Sistemas complejos

Cuando se avanza en el estudio de las metodologías, vemos que los sistemas complicados procedentes de la apreciación cuantitativa de un fenómeno, al anexarlos a una apreciación cualitativa se tornan complejos. Una definición que nos puede servir para establecerla como base sería:

"Un sistema complejo está compuesto por varias partes interconectadas o entrelazadas cuyos vínculos crean información adicional no visible antes por el observador. Como resultado de las interacciones entre elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Dichas propiedades se denominan propiedades emergentes.

*En contraposición, el sistema complicado también está formado por varias partes pero los enlaces entre éstas no añaden información adicional. Nos basta con saber cómo funciona cada una de ellas para entender el sistema. En un sistema complejo, en cambio, existen variables ocultas cuyo desconocimiento nos impide analizar el sistema con precisión. Así pues, un sistema complejo, posee más información que la que da cada parte independientemente. Para describir un sistema complejo hace falta no solo conocer el funcionamiento de las partes sino conocer como se relacionan entre sí."*⁹

Pero es ese carácter sinérgico el que se pretende potenciar en la definición de la prospectiva como metodología de estudio de los sistemas complejos; poder extraer la máxima información posible de la interacción entre las aproximaciones analítico-descriptivas y el estudio de causas-consecuencias y sus valoraciones asociadas. Se va a desarrollar en este apartado uno de los posibles marcos que más ha profundizado en la regularización del trabajo con la incertidumbre (que no su control) y que, según se ha demostrado, está más que justificada su idoneidad para el avance del conocimiento.

Desde los avances de la Física Cuántica, que sólo se va a introducir de forma somera, se hará mención de la Teoría del Caos como ejemplo de no directriz de los estudios basados en la incertidumbre (sino como planteamiento alternativo) y sus repercusiones en la concepción holista de los sistemas complejos de las ramas científicas indeterministas; focalizando el discurso en las concomitancias que la prospectiva establece con los modelos de estudio a medio y largo plazo en el estudio de impactos y consecuencias. No se trata pues de una explicación exhaustiva de éstos ámbitos sino más bien de una breve introducción que justifica la pertinencia de esta investigación.

9. http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_complejo

COMPLEJIDAD:

1. f. Cualidad de complejo.

COMPLEJO:

(Del lat. *complexus*, *part. pas. de complecti*, enlazar).

1. adj. Que se compone de elementos diversos.

2. adj. complicado (enmarañado, difícil).

3. m. Conjunto o unión de dos o más cosas.

4. m. Conjunto de establecimientos fabriles de industrias básicas, derivadas o complementarias, generalmente próximos unos a otros y bajo una dirección técnica y financiera común.

5. m. Conjunto de edificios o instalaciones agrupados para una actividad común.

6. m. Psicol. Conjunto de ideas, emociones y tendencias generalmente reprimidas y asociadas a experiencias del sujeto, que perturban su comportamiento.

Definiciones del D.R.A.E.

La Física Cuántica

Sólo en raras ocasiones, un pequeño cambio supone el detonante de una verdadera transformación del pensamiento; pero cuando ésta tiene lugar, las consecuencias son tremendamente emocionantes. La incertidumbre no supone no ser preciso, sino confirmar que siempre existe y está presente esa incógnita, que todo margen de error (sólo comparable a la capacidad racional humana) es una incertidumbre, un descontrol, que debemos asumir y con el que vamos a convivir en prácticamente todas nuestras actividades, cotidianas o no. Atendiendo a esta confirmación de la existencia de la incertidumbre Stephen Hawking y Leonard Mlodinow escriben:

*"Según la concepción tradicional del universo, los objetos se mueven a lo largo de caminos bien definidos y tienen historias bien definidas. Podemos especificar sus posiciones precisas en cada instante. Aunque esa descripción es suficientemente satisfactoria para los propósitos cotidianos, se descubrió en la década de 1920 que esta imagen «clásica» no podía describir el comportamiento aparentemente extraño observado a escalas atómica y subatómica de la existencia. Fue necesario adoptar, en su lugar, un marco diferente, denominado física cuántica. Las teorías cuánticas han resultado ser notablemente precisas en la predicción de acontecimientos a dichas escalas, y también reproducen las predicciones de las viejas teorías clásicas cuando son aplicadas al mundo macroscópico de la vida corriente. Pero la física clásica y la cuántica están basadas en concepciones de la realidad física muy diferentes."*¹⁰

De manera inmediata, podemos comprobar la concomitancia entre ambas concepciones físicas y la dicotomía metodológica propuesta en los apartados anteriores. Pero aún resulta más llamativa la aproximación que describe Bart Kosko:

"En buena parte de nuestra ciencia, nuestras matemáticas, nuestra lógica y nuestra cultura aceptamos un mundo de blancos y negros que no muta. No hay afirmación que no sea o verdadera o falsa (...) La lógica binaria de Aristóteles se reduce a una sola ley: o A o No-A. O eso, o aquello. El cielo es azul o no lo es. No se puede ser a la vez azul y no azul. No puede ser A y No-A.

Llamo a éste el problema de la discordancia: el mundo es gris pero la ciencia es blanca y negra. Hablamos de ceros y unos; la verdad, sin embargo, cae entre ellos. El mundo es borroso, la descripción (...científica...) no. Todos los enunciados de la lógica formal y de la programación de or-

10. HAWKING, Stephen y MLODINOW, Leonard. *El gran diseño*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Crítica, 2010. ISBN: 978-84-9892-172-4

denadores son o verdaderos o falsos del todo, 1 ó 0. Pero los enunciados acerca del mundo no son así (...son...) grises, borrosos, multivalentes y no bivalentes. [...] Las cosas borrosas se parecen a cosas no borrosas. A se parece a No-A. Las cosas borrosas tienen con sus contrarias fronteras vagas, con no-cosas. Cuanto más se parece una cosa a su contraria más borrosa es. La mayor borrosidad se da cuando una cosa es igual a su opuesta: el vaso de agua medio lleno y medio vacío."¹¹

Entramos en un campo propio de la filosofía sobre el tratamiento de la lógica borrosa que no ha lugar en la extensión de este trabajo. Las particularidades propias de la Física Cuántica vienen del propio planteamiento; es una consecuencia lógica del tipo de enfoque al que se somete y que desde el principio manifiesta la existencia de un error en los instrumentos de medición que deben ser tenidos en cuenta. Por decirlo de otro modo, lo que las matemáticas tratan con exactitud absoluta, la experiencia y los procesos empleados en ella, incorporan un error asociado, una falta de precisión. En términos generales, este error tiende a ser despreciable ya que las formulaciones empíricas de la Física Clásica tienen un alto grado de verosimilitud para condiciones normales. Veamos pues el detonante que dió origen al nacimiento de esta nueva acepción del campo de la Física, el principio de incertidumbre:

*"[...] la relación de indeterminación de Heisenberg o principio de incertidumbre establece la imposibilidad de que determinados pares de magnitudes físicas sean conocidas con precisión arbitraria. Sucintamente, afirma que no se puede determinar, en términos de la física cuántica, simultáneamente y con precisión arbitraria, ciertos pares de variables físicas, como son, por ejemplo, la posición y el momento lineal (cantidad de movimiento) de un objeto dado. En otras palabras, cuanta mayor certeza se busca en determinar la posición de una partícula, menos se conoce su cantidad de movimiento lineal y, por tanto, su velocidad."*¹²

Aunque uno de los mejores profesores en plasmar su aplicación práctica fue Richard P. Feynman con su "integral de caminos" de la mecánica cuántica que enuncia de la siguiente manera:

"La formulación mediante integral de caminos de la mecánica cuántica es un enfoque en el que las relaciones fundamentales de esta teoría se derivan utilizando la noción de suma sobre historias, publicada por Richard Feynman en 1948.¹³ Se trata de una formulación no relativística y

11. KOSKO, Bart. *Pensamiento borroso. La nueva ciencia de la lógica borrosa*, Grijaldo Mondadori, Barcelona, 1995, pág. 26.
12. https://es.wikipedia.org/wiki/Relación_de_indeterminación_de_Heisenberg
13. Feynman, R.P. (1948). *Space-time approach to non-relativistic quantum mechanics* (<http://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.20.367>). *Reviews of Modern Physics* 20 (2). <http://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.20.367>.

*equivalente a la ecuación de Schrödinger y a la mecánica matricial de Heisenberg, y que permite abordar algunos problemas de forma más simple. El observable básico de este enfoque de mecánica cuántica es la probabilidad de que una partícula se propague entre dos puntos "a" y "b" en un tiempo dado "T". Mediante la integral de caminos, esta cantidad es calculada asignando una amplitud a cada trayectoria que une ambos puntos en ese tiempo sin excepción, y sumando éstas de manera coherente, de forma que las diferencias de fase prácticamente cancelan la contribución de aquellas que son menos probables."*¹⁴

Es por tanto un proceso que de entre la infinidad de soluciones posibles (cualitativamente) selecciona aquellas que más probabilidades de ocurrencia (cuantitativamente) tienen, pero no descarta el resto de fenómenos simultáneos, sólo preselecciona algunos de ellos de forma operativa para su análisis de cara a un proceso posterior. Más allá, demuestra las limitaciones de la Física Clásica para abordar diversos problemas como por ejemplo manifiesta la relación de reciprocidad de Onsager, donde se enuncia la dificultad de comparar magnitudes que se estudian desde ámbitos físicos distintos. No vamos a entrar en las implicaciones de los fenómenos cuánticos desde un punto de vista rigurosamente teórico, sino como ese enfoque que desde la ciencia ya se está empleando de modo práctico en el avance del conocimiento. Otra de las consecuencias más importantes que aporta es considerar la existencia de **presentes alternativos**.

La Teoría del Caos

CAOS.

(Del lat. chaos, y este del gr. χάος, *abertura*).

1. m. Estado amorfo e indefinido que se supone anterior a la ordenación del cosmos.
2. m. Confusión, desorden.
3. m. Fis. y Mat. Comportamiento aparentemente errático e impredecible de algunos sistemas dinámicos, aunque su formulación matemática sea en principio determinista.

Definición del D.R.A.E.

La teoría del caos no es más que el nombre popular que ha recibido el movimiento surgido en el ámbito científico para describir un determinado conjunto de comportamientos, que parten de unas condiciones iniciales concretas, y cuya leve variación supone una gran transformación en la fenomenología resultante. Sin embargo, hay muchos detractores en los entornos académicos e intelectuales en relación al plantemiento posiblemente errático de la teoría. A continuación podemos ver un ejemplo en palabras de Rafael López-Guerrero:

"No es ciencia lo que desde algunas instituciones nos está llegando. No todos los científicos ni las instituciones compartimos la teoría del caos. No olvidemos que las instituciones están compuestas por personas, y son éstas las que deciden qué divulgar o no. Como corriente filosófica, la teoría del caos parte de la base de una premisa que saca de contexto la lógica positiva. Por así decirlo, es un auténtico agujero negro en el pen-

14. [http://es.wikipedia.org/wiki/Integral_de_caminos_\(mecánica_cuántica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Integral_de_caminos_(mecánica_cuántica))

samiento humano.

[...] El problema reside en el argumento de partida:

1º. El hecho de la negación "a priori" del concepto de orden, implica la visión parcial [...]

[...] Basa toda la teoría en un sofisma. [...]. Veamos con detalle la base del razonamiento de la teoría del caos:

"Dadas unas condiciones iniciales de un determinado sistema caótico, la más mínima variación en ellas puede provocar que el sistema evolucione en formas completamente diferentes. Sucediendo así que, una pequeña perturbación inicial, mediante un proceso de amplificación, podrá generar un efecto considerablemente grande."

a) Premisa inicial: "Dadas (...) sistema caótico". Estamos presumiendo sin base alguna que un sistema es caótico, sacándolo del contexto en el que se desenvuelve. Dado que esta premisa es falsa, el resto del razonamiento lleva a conclusiones igualmente falsas.

b) Segunda premisa: "la más mínima (...) diferentes." Premisa verdadera, lo es con independencia de la premisa inicial. No es determinante del resultado de la primera premisa.

c) Consecuencia: "Sucediendo (...) grande." Premisa verdadera, lo es con independencia de la primera premisa, pero es consecuencia necesaria de la segunda.

Si quitáramos la primera premisa, el resultado sería exactamente idéntico en el razonamiento, lo que excluye el caos como causa del efecto mariposa.

En otros términos, el hecho de que de forma aislada, determinados efectos no puedan predecirse por la razón humana, no implica que el Universo necesariamente sea caótico, sino que como seres humanos no somos los artífices de la existencia de éste, más bien una de sus consecuencias de la que formamos parte.

El efecto mariposa no demuestra el caos, sino precisamente, que los hechos aislados forman parte de un todo eficiente, inteligente y armónico del que formamos parte y en el que podemos intervenir una vez que conocemos las reglas del juego. Y, para conocer esas reglas, primero debemos asumir con humildad que no somos el centro del Universo, sino más bien una de sus múltiples e innumerables consecuencias." ¹⁵

Como ya se percibe en estas observaciones, el conocido "efecto mariposa" no es más que la consecuencia de un planteamiento basado en la premisa de que un sistema es caótico en su origen y que por ello, las consecuencias son imprevisibles y de un alcance muy superior al esperado. Es una manera de manifestar el crecimiento "exponencial" de

15. LÓPEZ-GUERRERO, Rafael. *La teoría del Caos es una filosofía que nace para impedir el avance de la ciencia y tratar de nublar la visión global de la transdisciplinariedad científica*. (<http://fundacion-eticotaku.org/2010/05/13/la-teoria-del-caos-es-una-filosofia-que-nace-para-impedir-el-avance-de-la-ciencia-y-tratar-de-nublar-la-vision-global-de-la-transdisciplinariedad-cientifica/>)

"San Alberto Magno se refería al sentimiento de la belleza como el hallazgo de «la unidad en la variedad». El descubrimiento de un mundo variado, pero con una unidad subyacente."

Miguel de Guzmán

"...la uniformidad de la naturaleza ante la que nos maravillamos o su imprevisibilidad ante la que protestamos, pertenecen a un mundo que es de nuestra hechura."

Nelson Goodman

las consecuencias debido a esas perturbaciones que se consideran inicialmente. Pero este tema lo trataremos de forma más específica más adelante (véase página 91). Sin embargo, el mismo autor en el mismo artículo defiende que:

"La teoría de supercuerdas, en mi modesta opinión, es mucho más sólida desde el punto de vista filosófico y científico que la teoría del caos, pues no parte de negaciones caóticas sino de alternativas múltiples sucesivas en las que el Universo como Inteligencia interviene. La transmutiversalidad y transdisciplinariedad científica, prueba, que no hay tal caos, sino un modelo tan increíblemente perfecto que escapa a nuestra comprensión racional cuando intentamos aislar los campos del conocimiento del todo." ¹⁶

Podrían considerarse dos caras de una misma moneda, pero desde el campo cuantitativo de la ciencia determinista se aprecia claramente el recelo y desconfianza sobre estos enfoques alternativos. Si se alude a las "premisas", el autor de este texto sólo se basa en la terminología empleada en la definición de la teoría del caos en una conocida plataforma de consulta alojada en Internet, por lo que revisando conceptos como el principio de incertidumbre de Heisenberg o la integración de caminos de Feynman, más allá de si el sistema es caótico o no, la imprevisibilidad e incertidumbre del comportamiento fenomenológico siempre está presente.

Es precisamente esta "batalla" entre seguidores y detractores de esta teoría lo que hace tomar distancia y precaución al considerar temas cualitativos y principios científicos. La teoría de supercuerdas que menciona el autor, es una teoría reciente que además se basa en unas hipótesis sobre modelos estandarizados que siguen sin ser viables de determinar por los medios actuales. Grandes inversiones tienen lugar en estos momentos en el acelerador de hadrones CERN en Suiza para averiguar si existen determinados componentes surgidos de las teorías y modelos físicos y matemáticos. Pero como bien se indica en los principios fundamentales de este trabajo con la incertidumbre, al observar la realidad, ésta se ve modificada, por lo que -por el momento- no es posible averiguar lo que sucede realmente.

El interés de definir en este apartado propedéutico la Teoría del Caos procede de ver cómo los intentos por abordar modelos científicamente rigurosos sobre la previsión de comportamientos fenomenológicos en sistemas enfocados a su estado en un tiempo futuro, impacta directamente sobre el temor a la incertidumbre; a trabajar con sistemas que no podemos controlar en su totalidad y que, siendo humildes y conscientes, nos rodean diariamente. La realidad es complicada y compleja a la vez, es ese A y No-A, e incluso, anti-A, pero también A+, Aº, Aa, A...Z, ¿3?. Es un modo distinto de ver presentes alternativos, de ver la realidad de múltiples maneras, de romper la normalizada taxonomía del mundo.

16. Íbidem. pág. 44.

La concepción holista

Pero si algo queda claro, es que cuanto más se profundiza en una cuestión, más complicada resulta para nuestro entendimiento. Todos los esfuerzos se dirigen en una sola dirección: encontrar el sistema más simple que describa con mayor precisión el mayor número de fenómenos posible, la Teoría del Todo. Es en cuestión una forma reduccionista capaz de traducir la realidad a nuestra capacidad de entendimiento. Y al igual que se comentaba en la teorías anteriores, ya se ha puesto en marcha a partir de la Física Cuántica un modelo candidato a satisfacer dicha teoría y que actualmente investigan físicos, matemáticos e investigadores en todas las regiones del mundo; la Teoría M.

Sin embargo, no procede seguir con el desarrollo de dichas labores por el momento, ya que deriva en un campo grande de conocimiento que requiere abordarse en otro tipo de extensiones más particulares y especializadas. Pero lo que sí puede resultar más importante es el concepto subyacente, holón.

Mediante un ejemplo sencillo, se puede definir holón como aquel elemento que es una parte y a la vez es el todo en sí, por ejemplo, el ADN tiene en sí el patrón que constituye nuestro cuerpo, nuestra fisionomía, nuestro estado, y además, forma parte de nosotros, está en nuestras células, en nuestra propia composición. Podríamos decir, que según este enfoque, mediante el ADN podemos ver una parte y reconstruir un todo. Este concepto viene del campo de la psicología, pero es su paralelismo con el concepto epistemológico de holismo el que resulta completamente operativo y que según Wikipedia, podemos definir de la siguiente manera:

"El holismo (del griego ὅλος [hólos]: "todo", "entero", "total") es una posición metodológica y epistemológica que postula que los sistemas (ya sean físicos, biológicos, sociales, económicos, mentales, lingüísticos, etc.) y sus propiedades, deben ser analizados en su conjunto y no a través de las partes que los componen, consideradas estas separadamente. Es el sistema como un todo integrado y global el que en definitiva determina cómo se comportan las partes; mientras que un mero análisis de estas no puede explicar por completo el funcionamiento del todo. Esto es así porque el holismo considera que el "todo" es un sistema más complejo que una mera suma de sus elementos constituyentes o, en otras palabras, que su naturaleza como ente no es derivable de sus elementos constituyentes.

En el campo científico, el reduccionismo es a menudo considerado el opuesto del holismo. El reduccionismo científico postula que un sistema complejo puede ser explicado mediante una simple reducción del mismo a las partes que lo componen. Por ejemplo, los procesos biológicos

HOLISMO:

(De holo- e -ismo).

1. m. Fil. Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

Definición del D.R.A.E.

"Este universo, es decir, la realidad a la que pertenecemos no es algo separado del observador reflexivo [...] es un paisaje global [...]. Se trata pues de un inmenso 'bucle' (en el sentido de que se explica a sí mismo por su evidencia). Entre los componentes entrelazados está lo que convencionalmente y creo que incorrectamente se llama natural, como el artificio, y tanto la materia como la mente y el lenguaje. Él es nuestra imagen y, nosotros la suya, pero nosotros no la dominamos ni tampoco él a nosotros [...] no podemos escapar a los infinitos procesos de interacción."

Gloria Roure

*son reducibles a la química, y las leyes de la química son explicadas por la física. Desde una perspectiva holista, por el contrario, los sistemas funcionan como conjuntos y su funcionamiento no puede ser plenamente comprendido si sólo se tienen en cuenta sus partes componentes."*¹⁷

Entendido así, parece vincularse directamente a la definición de sinergia, pero es preciso recordar que son enfoques distintos aunque guarden relación. No se habla de la suma de la partes individuales, sino que no se conciben las partes como tal, no hay garantías en la sistematización cientifista, no hay escala. Los fenómenos son completamente transversales a todas las áreas de conocimiento y desde todas ellas hay aportaciones que las definen y las complementan, y además, todas ellas forman parte del fenómeno, indistintamente del grado de aproximación y "certidumbre" que se le confiera.

Si se debe otorgar algún valor a los procesos creativos de la polimatía, podríamos considerar el holismo como la forma en la que este tipo de personas conciben el conocimiento que adquieren y con el que exploran lo real. Entienden la fenomenología como un conjunto de partes y un todo simultáneamente, un ente abordado desde su conocimiento en su conjunto (no como la observación parcial de cada disciplina). Así según cita Martín Heidegger, tenemos:

*"Goethe dice de la ciencia moderna: «Sin embargo la ciencia, infatigable, esfuérzase y pugna en pos de la ley, el fundamento, el porqué y el cómo.» [...] El porqué no da descanso ni ofrece tregua, no brinda ningún punto de apoyo. El porqué es la palabra que arrastra a un: «y así sucesivamente» [...] va a impulsar a la investigación tan lejos que podría incluso llegar un día, con ella, demasiado lejos."*¹⁸

Y es precisamente éste el peligro de la concepción holista desde el enfoque cualitativo, entrar en el uróboro continuo de preguntar siempre un porqué sin llegar al fundamento, es decir, alcanzar un límite. No obstante, al introducir la prospectiva, sí que es posible hablar de un fenómeno que acontece al tratar de esbozar los presentes alternativos y que ya desde la persistente fe cuantitativa del método científico se ha transformado en concepto: el horizonte de predicciones. En los sistemas complejos con gran cantidad de variables que cambian de forma compleja y errática, es imposible predecir su comportamiento más allá de un punto determinado; este punto es conocido como horizonte de predicción. Más allá de este punto los resultados son inexactos. Sin embargo, sabemos que en el futuro no hay certeza. Por lo que se vuelve a destacar aquí la importancia de no considerar la prospectiva como la predicción del futuro, sino como el método para manejar la incertidumbre del presente con fines operativos enfocados a minimizar consecuencias.

17. <http://es.wikipedia.org/wiki/Holismo>

18. HEIDEGGER, Martin. *La proposición del fundamento*. Ediciones del Serbal. 1ª Edición. Barcelona, 1991. ISBN: 84-7628-079-3. pág. 196.

PRIMERA PARTE

CRONOGRAFIA EVOLUTIVA

Artefactos anacrónicos: singularidad y misterio

Aunque la transferencia de conocimiento encontró en la pintura y posteriormente en la escritura sus grandes aliados, lo cierto es que determinados acontecimientos a lo largo de la historia han interrumpido bruscamente la continuidad y el legado del conocimiento producido en épocas pasadas. Bien sea por la destrucción de la Biblioteca de Alejandría, por la consideración de herejía por parte del cristianismo de todo aquello que no ensalzara los valores de estas creencias, la quema indiscriminada de libros y documentos, el recelo en el control de la información y el oscurantismo de otras tantas instituciones que han aprehendido muy bien el lema de: "la información es poder", a menudo es fácil encontrarse con las limitaciones en la reconstrucción de los hechos pasados. A mayor distancia de estos en el tiempo, mayor es la incertidumbre sobre lo que sucedía en aquel momento.

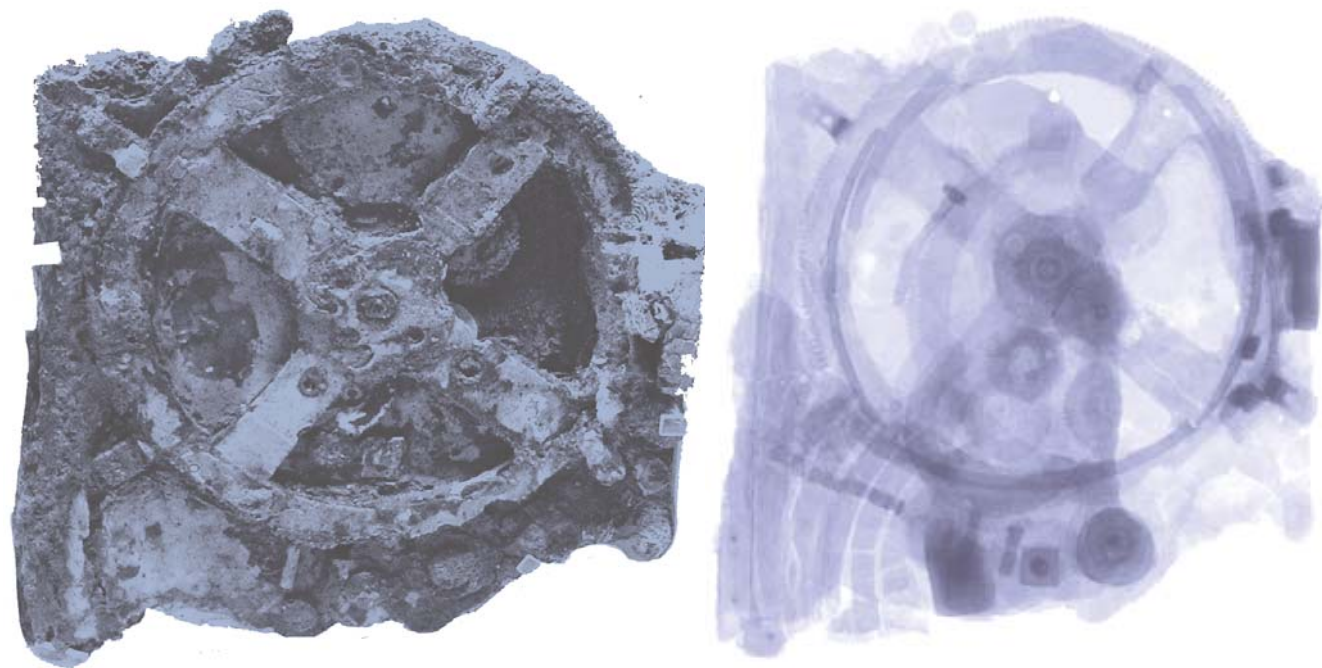
Es por tanto una especie de ciencia forense la encargada de ir desentrañando poco a poco lo ya acontecido una vez. Cientos de patrones aparecen sumergidos bajo capas de historia que el tiempo se ha encargado de ir enterrando. Restos arqueológicos de construcciones pertenecientes a etapas culturales pasadas, objetos de su cotidianidad, su tecnología, fragmentos escritos con porciones de modo y reflexión de aquellas personas en aquel contexto, sus tradiciones, y un largo etcétera que dan testimonio de las diferencias con la actualidad.

Algunos de estos testimonios ahondan en nuestra curiosidad cuando, reconstruyendo la sociedad del momento a la que pertenece un determinado elemento, nos damos cuenta de que se produce un anacronismo contundente entre la tecnología o capacidad técnica e intelectual y la época en que se desarrolló. Son elementos que están fuera de su tiempo o demasiado avanzados para la época en que fueron creados, conocidos en términos generales por sus siglas en inglés **OOPart** (*Out of Place artifact*, artefactos fuera de lugar). Este tipo de fenómenos también han sido un recurso muy explotado por personas que han visto una oportunidad en este desconocimiento para sacar rentabilidad mediante bulos y falsificaciones. Pero aquellos que sí han podido datarse y demostrarse, siguen planteando una cuestión inquietante ¿quién estuvo detrás de estos desarrollos? Son personajes sin nombre y que ante la falta de vinculaciones del elemento creado con otros segmentos de la sociedad o su conocimiento, permanecen en el anonimato. Son lo que podríamos considerar 'polímatas fantasma'; es decir, personas que desarrollaron una tecnología y un avance intelectual fuera de lo común en su época y de los que sólo hemos recibido sus vestigios, una extraña huella que rompe esquemas ante cualquier teoría lineal de la evolución cultural en la historia, una singularidad que merece nuestra atención.

Pero no son sólo los objetos, también los restos arqueológicos revelan que para la

"El misterio es la cosa más bonita que podemos experimentar. Es la fuente de todo arte y ciencia verdaderos".

Albert Einstein



construcción de las pirámides de Egipto, los monolitos de Stonehenge, o los moái de la Isla de Pascua en Chile, suponen un conocimiento estratégico importante para el desarrollo de su construcción con la tecnología de la época. Todo intento por reconstruir este proceso ha quedado como una mera hipótesis sin posibilidad de ser contrastada ni revocada. El problema radica en que lo que creemos conocer de esas épocas no es la realidad en sí misma, sino nuestra propia proyección sobre lo que consideramos que pudo haber sido.

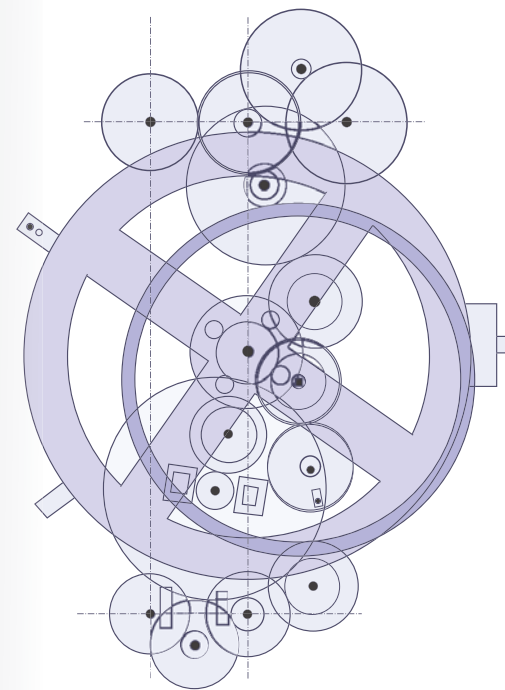
Sin embargo, algo que resulta fascinante es la aparente correspondencia entre todos estos elementos, que por muy avanzados tecnológicamente que fueren, parecen todos apuntar a constituirse como un instrumento para conocer la realidad. Veamos un claro ejemplo que ya ha sido validado y demostrado por varios investigadores especializados en la materia.

El mecanismo de Anticitera

El mecanismo de Anticitera es un artefacto que se ha datado como fabricado en torno al año 87 a.C. y encontrado en 1.900 a unos 60 metros de profundidad frente a las costas de la isla griega de Antykithera en el Mar Egeo. Formaba parte de un conjunto de objetos encontrados del naufragio de una galera griega cuyo hundimiento se fechó en el siglo I a.C.

Tras la recuperación de todos los objetos del naufragio por parte de unos pescadores de esponjas, al cabo de un año, mientras se realizaba su clasificación, el arqueólogo griego Valerios Stais se percató que de entre los objetos, había un extraño bloque de aspecto metálico con numerosas formaciones calcáreas en el que podían advertirse indicios de composición de un engranaje. Motivo altamente desconcertante ya que los primeros engranajes de ese mismo tipo de los que se tenía constancia datan del siglo XVI, aproxima-

Fotografía (izquierda) y radiografía (derecha) del estado actual del mecanismo de Anticitera conservado en el Museo Arqueológico Nacional de Atenas. Como puede verse en la radiografía aún se conserva un sofisticado sistema de engranajes para la época en la que fue construido.



Reconstrucción gráfica (izquierda) y reconstrucción mecánica (derecha) del artefacto. Puede apreciarse la disposición de los ejes principales del engranaje diferencial junto a un casillero con la marcación de eventos singulares y representativos de carácter astronómico.



damente, 1.800 años después. Las cuestiones que surgen al momento son obvias, ¿quién diseñó este artefacto y, sobretodo, para qué? ¿qué utilidad tenía?

Varias décadas después y tras numerosas investigaciones, el artefacto no deja de sorprender a todo tipo de personas. Entrando en un análisis más cuantitativo, el mecanismo de Anticitera es un conjunto de engranajes diferenciales que según el historiador Derek J. de Solla Price consistía en una comptuadora astronómica capaz de predecir las posiciones del Sol y la Luna. Más allá, el especialista en ingeniería mecánica Michael Wright, destacaba la correspondencia entre la posición astronómica del Sol, la Luna, Mercurio y Venus con exactitud siguiendo un modelo epicíclico ideado por Hiparco de Nicea (aprox. 190 a.C.-120 a.C.) y de un modelo derivado de Apolonio de Pérgamo (aprox. 262 a.C.-190 a.C.).

Sin embargo, estudios más recientes definen el artefacto de una manera mucho más avanzada y sorprendente de lo que se creía, con un enorme nivel científico en su diseño. Tras un estudio por fotogrametría de la colaboración entre varios equipos de investigación universitarios, se concluye conque el artefacto es una calculadora astronómica que predice tanto la posición del Sol y la Luna, como los eclipses de Sol y Luna, fijando con precisión la última luna llena cada cuatro años más próxima al solsticio de verano para la celebración de los Juegos Olímpicos gracias al estudio de Tony Freeth, Alexander Jones, John Steele y Yanis Bitsakis en 2008. Según se publica en el artículo referenciado de Wikipedia:

"Recientemente, en el año 2010, el grupo de Tacoma-Quilmes, integrado por James Evans y Alan Thorndike de la Universidad de Puget Sound (Tacoma, Estados Unidos) y Cristián C. Carman de la Universidad Nacional de Quilmes ha hecho importantes contribuciones. En primer lu-

*gar, ha descifrado cómo el mecanismo reflejaba la anomalía solar. Y, en segundo, propusieron una novedosa forma en que se mostrarían los movimientos planetarios. Según ellos, el mecanismo no mostraría su posición en el zodiaco, sino ciertos eventos importantes para los astrónomos (como el comienzo o fin de una retrogradación, la ocultación, etc). Sus contribuciones invitan a proponer la hipótesis según la cual el sistema de epiciclos y deferentes no surgió como respuesta a una exigencia platónica de circularidad de los astros, basada en su divinidad, sino por una razón mucho más terrestre: simplemente como una solución mecánica a la problemática de reflejar con engranajes las regularidades planetarias conocidas por los babilonios."*¹

Se puede apreciar que hay muchos indicios que señalan a Hiparco de Nicea como el posible responsable del diseño de este artefacto, pero no hay documentos que permitan validar este tipo de correlación por el momento. Desde un punto de vista cualitativo, uno se pregunta ¿quién realmente hizo este artefacto? ¿cómo podía desarrollar un conocimiento técnico tan avanzado que hasta 1.800 años después no fue desarrollado de nuevo? Si no existía el acceso a este tipo de conocimientos en aquella época ¿en qué pudo inspirarse? Y en cuestiones no relativas al inventor, ¿es posible que la teoría sobre el concepto que tenemos hoy en día sobre cómo entendía la realidad la Gran Escuela de Pensamiento Griega sea falsa? Puede ser que lo que manifestaran a modo de escritura originariamente tenga un nivel intelectual distinto o diferido a lo que realmente interpretaban de la realidad, en gran medida por la dificultad de emplear la terminología griega del momento, es decir, por la falta de constructo lingüístico. ¿Tenemos una media-filosofía oculta procedente de aquella época?

Al margen de estas cuestiones, lo que sí es cierto es que la capacidad de observación, analítica, matemática; la capacidad de expresión, lingüística, gráfica; la transdisciplinariedad y la persistencia por explicar la realidad mediante artefactos, han supuesto una aportación importantísima a nivel epistemológico. Tecnología y técnica se ven enormemente beneficiadas de este tipo de incursiones.

Es la astronomía, uno de los primeros campos en desarrollarse, pero no por clasificarse y nombrarse como tal en el ámbito científico, sino por la necesidad de modelar la fenomenología de la noche y el día para regular el tiempo, las estaciones, la otra gran cadena de fenómenos vinculados,... y la presencia de referencias sobre las que basarse. Anticiparse a la jugada de un eclipse o un solsticio. No es predecir el futuro; es un **artefacto prospectivo** para adecuar los quehaceres del presente hacia un determinado fin u objetivo.

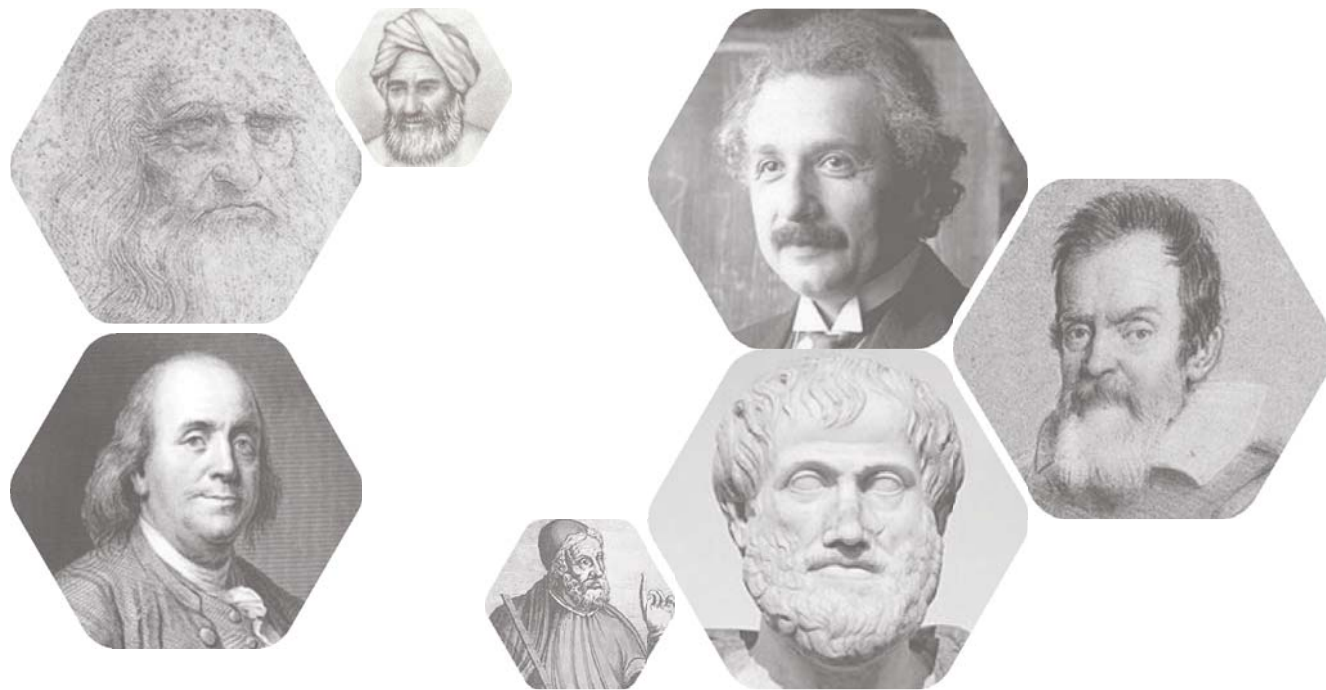
Existen otros muchos objetos que parecen fuera de contexto; sin embargo, en estos temas, es mejor andar con mucha cautela para no caer en el posible engaño. Elementos

1. http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_Anticitera

como el mapa otomano de Piri Reis puede ser una mala interpretación de una cartografía desproporcionada/desescalada, o no. Al no disponer de una base suficientemente sólida y contrastada de investigadores que hayan trabajado intensamente con estos artefactos o elementos, no conviene introducirlos como parte de la producción de esos "polímatas fantasma" que se nombraban anteriormente.

Es esta capacidad especial de producción de conocimiento, motivado por una necesidad, que brinda la oportunidad de tomar un posicionamiento prospectivo que ayude a operar y regular las actividades en el presente, sólo con el fin de predisponernos al futuro que construimos día a día, la que es motivo de investigación en esta tesis. En este apartado, este tipo de objetos, sólo son la prueba de las múltiples posibilidades y las grandes implicaciones que puede tener el discurso de la polimatía prospectiva, su potencial como actitud. El mecanismo de Anticitera es la traducción práctica de esta actitud frente al conocimiento.

"Toda nuestra ciencia comparada con la realidad, es primitiva e infantil... y, sin embargo, es lo máspreciado que tenemos".
Albert Einstein



Polímatas: visionarios, genios y creatividad

Ya en el apartado propedéutico ha quedado definido el concepto de polimatía que se maneja en esta tesis, y cabe recordar que la definición engloba a un conjunto específico de personas versadas en múltiples disciplinas, e incluso con cierta genialidad en algunas de ellas. Bien puede ser equiparada al concepto de Howard Gardner sobre las *inteligencias múltiples*², que supone la *inteligencia* como un sistema de inteligencias múltiples, diferentes, independientes,... y vinculándolas al ejercicio de resolver necesidades socio-culturales aportando valor.

Uno de los primeros usos de la polimatía se recoge en el apodo de uno de los intelectuales griegos más prolíficos: Lucius Cornelius Alexander Polyhistor, ó también conocido como Alejandro Polímata (aprox. 100 a.C. - 40 a.C.). Fue escritor prolífico, filósofo, historiador, geógrafo y zoólogo. Sin embargo, como se verá más adelante, se encuentran ejemplos anteriores de pensadores e intelectuales importantes. Vemos que algunos campos como historiador o filósofo, pueden guardar muchas coincidencias, pero además, escritor, supone una habilidad particular (dadas las dificultades de acceso a la enseñanza en aquella época) mediante la que ha quedado constancia de su legado.

Los polímatas no son un registro enciclopédico, ni profundos expertos de las múltiples disciplinas en las que puedan destacar. En pocas palabras, pueden adoptar una posición similar a la que cita el refrán popular: "Aprendiz de mucho, maestro de nada". Pero este refrán popular tiene una connotación negativa basada en el estado actual del volumen de conocimientos y su tendencia a la especialización. Es un principio activo por el cual se rigen la gran mayoría de sistemas educativos hoy en día. Realmente podría parafrasearse y enunciarse de una manera más optimista o con connotaciones más constructivas

2. GARDNER, Howard. *Inteligencias múltiples*. Paidós. Barcelona, 1983. ISBN: 84-493-1806-8.

Leonardo da Vinci
Benjamin Franklin
Al-Biruni
Albert Einstein
Galileo Galilei
Aristóteles
Claudio Ptolomeo



Isaac Newton
Nikola Tesla
Shen Kuo
Charles Darwin
René Descartes
Michelangelo Buonarroti
Nicolás Copérnico

como: "Aprendiz de mucho, maestro de tanto".

Se puede apreciar cómo cuanta más transdisciplinariedad, mayor cantidad de aportaciones y también mayor reconocimiento de la persona como un erudito. La polimatía se erige a sí misma como una verdadera *Maestra* para el impulso y avance del conocimiento, mostrando su particular visión del mundo como, al parecer, nunca antes se había visto. Encaja dentro de la visión pragmática de resolver problemas cotidianos a necesidades comunes, dando a entender cómo serían las cosas si pudiésemos atender estas necesidades. Es una actitud *visionaria* frente al presente, pero mejor aún, y recordando las definiciones propedéuticas, es una actitud prospectiva. No dice cómo va a ser el futuro si se resuelve una necesidad, sino que opera para solventar esa necesidad desde el presente con la intención de cambiar las cosas, una mezcla entre la crítica constructiva y la actitud prospectiva.

Este híbrido, acusa continuamente una situación de conflicto entre lo que se necesita y lo que se desea, lo que se sabe y lo que se explora, lo que constituye un presente alternativo o un futuro utópico. Pero como bien se manifestaba anteriormente, es en esa incertidumbre en la que se pretende permanecer, una versión del experimento del Gato de Schrödinger. Éste propone que dispongamos de una caja en cuyo interior coloquemos un gato, un frasco con un potente veneno gaseoso (mortal para el gato) y un disparador que funciona con una partícula radiactiva con un 50% de probabilidades de desintegrarse en un tiempo determinado. Pasado ese tiempo, puede suceder que A) El elemento radiactivo se desintegre, el disparador quede bloqueado y el gato siga vivo; o B) El elemento se libere, el disparador rompa el frasco con el veneno y el gato muera. En la Física Clásica, el gato resulta vivo o muerto tras el cálculo de las operaciones, como solución unívoca e irrefutable, aunque deberemos abrir la caja para comprobar el estado final. Es decir, la Física Clásica obligaba a seguir una solución u otra, para determinar una única solución. Sin embargo en la Física Cuántica, antes de que el observador abra la caja se contemplan

ambas posibilidades, es decir, que el gato esté vivo y muerto a la vez. Es esta superposición que maneja la incertidumbre con la que debe trabajar el observador, el componente más operativo y que se ejemplifica aquí.

Pero para trabajar en este ámbito hay que predisponer una actitud creativa, cierta persistencia y disposición a cometer errores. Es decir, no se debería dar por sentado que tras una única experiencia se obtiene una verdad inmutable, un axioma. Sino que todo consiste en ser replanteado y readaptado continuamente. Por ello parece preciso aquí definir esta predisposición y la adquisición de un posicionamiento creativo e innovador.

Copiar el éxito y aprender del fracaso

Las tres *herramientas fundamentales* para el desarrollo de cualquier actividad y en cualquier ámbito de nuestra vida son: copiar o seguir modelos que consiguen metas y objetivos que se proponen ([copiar el éxito](#)), aprender de los errores en la trayectoria que conducen y persiguen a dichos objetivos ([aprender del fracaso](#)), y plantear resoluciones creativas que aporten valor y diferenciación de los procesos comunes para destacar sobre el resto ([ser innovador](#)). Exactamente en ese mismo orden. Tan simple como eso y tan difícil a menudo de asimilarlo.

De manera implícita se está hablando de nuestras emociones y sentimientos. Cuando conseguimos lo que queremos y/o necesitamos, poniendo a nuestro servicio los recursos y medios de nuestro entorno (incluyendo nuestras propias habilidades y destrezas personales), satisfacemos nuestra propia imagen como [seres capaces](#). Nuestra conducta se basa en la [repetición de patrones](#) y modelos de comportamiento de otras personas, y esto es así desde que nacemos, es inherente a toda especie. No obstante, copiamos absolutamente todo, sin distinguir entre ejercicios óptimos o banales, y la gran mayoría de los resultados no son los esperados. Socialmente, los humanos enfatizamos y reprochamos los errores que alguien comete, para que se dé cuenta de ello, lo recuerde y aprenda para evitar cometerlos más adelante. Y sin embargo, quién no ha escuchado la cita:

“El hombre es el único animal que tropieza dos veces con la misma piedra”

Es cierto, especialmente porque la creciente presión por evitar cometer estos [errores](#), conlleva a aumentar psicológica y progresivamente el [miedo a equivocarse](#). Y el principal enemigo, somos nosotros mismos como bien retrata Jorge Bucay³. Resulta paradójico que en el contexto tan extendido del emprendedor, donde se estima que el 95% de las iniciativas no sobreviven más allá de 5 años, se coloque en un pedestal los éxitos de ese 5% restante, especialmente del 0,02% en el que surgen figuras como Mark Zuckerberg, Larry Page, Bill Gates o el ya fallecido Steve Jobs. Está muy bien copiar el éxito, pero es

“El beneficio y el daño son interdependientes, y los sabios los tienen en cuenta.”

Sun Tzu

3. BUCAY, Jorge. Déjame que te cuente. Capítulo: Autorrechazo. pág. 169. RBA Libros. Barcelona, 2007. ISBN: 978-84-8966-272-8.

el camino que menos garantías ofrece. Por poner un ejemplo, una persona no aprende a pintar un cuadro imitando a una impresora, seguramente deberá dedicar muchas horas, realizar muchos ejercicios y sí, seguir copiando formas y estilos de otros que ya tuvieron éxito en su momento, pero principalmente deberá equivocarse en innumerables ocasiones antes, fracasar, y ahí se demuestra su [esfuerzo, valor y persistencia](#), que bien debiera ser reconocido. Aprender a caminar, se hace cayéndose muchas veces y buscando cómo levantarse, la experiencia es un grado.

El fracaso no es peyorativo aunque así lo manifestemos continuamente. Es una herramienta clave de aprendizaje, un vehículo que dirige nuestros avances para garantizar cierto éxito consolidado; un bagaje cultural y un talento propio de cada persona. Si estas destrezas se ven [compensadas y reconocidas](#) por el entorno, es cuando realmente se fomenta la inquietud innovadora, en el modo en que cada uno perfecciona sus destrezas y las comunica o manifiesta de manera única y personal. En mi opinión, será más útil a los emprendedores si se recurre más a aprender de los fracasos de otros, para poder evitar cometerlos ellos mismos, que a ensalzar casos de éxito que poco tienen que ver con emprender y esforzarse uno mismo.

Creatividad

La creatividad es una habilidad para la resolución alternativa y original de conflictos, problemas e inquietudes que de forma natural surgen en cualquier contexto con el que nos encontremos, y como habilidad que es, puede ser aprendida, asimilada y transferida a otras personas, es decir, ser creativo no es un don, es una forma de interactuar con ese contexto.

Nuestra sociedad está cómodamente asentada en las bases del pensamiento clásico: esto es blanco o negro, esto está bien o está mal, la noche y el día,... Conocemos los extremos, es sencillo aprender de un extremo y entender cómo funciona su opuesto, he ahí el por qué de la frecuencia con que usamos esta forma de pensar: es sencilla, es práctica y es fácil, nos sentimos más seguros y afianzados. Una escala de grises ya entra en matices borrosos, nos cuesta defender con total seguridad un determinado tono de gris. Pero si ya incluimos toda la gama de colores, tonos e intensidades, brillos, matices y gradientes, reina el caos, la seguridad desaparece y surge un sistema de cosas muy complejo e inestable (pensando con lógica exclusivamente). La habilidad creativa, consiste precisamente en apoyarse de forma alternativa en toda esa gran variedad de posibilidades, y ponerlas a su servicio, para conseguir resultados fascinantes en cuanto a lo alejados que puedan resultar de soluciones previsibles, y donde el sistema simbólico que lo sustenta encuentra su apoyo en el reconocimiento y validación por parte de un comité de expertos.

Como bien comentaba el director del CEEI de Elche (Alicante) D. Joaquín Alcázar en la *"Jornada Generación y Desarrollo de Ideas de Negocio"*, la etapa creativa para el

desarrollo de una idea emprendedora, es la más importante y fascinante. En lugar de cerrar nuestra mente (que hacemos de forma natural en lo que se denominan procesos convergentes, simplificar) y seguir el típico patrón de "primero aprender y luego hacer", resulta mucho más productivo e imaginativo el modelo "aprender y hacer, errar y corregir, y volver a empezar" (obviamente llamados procesos divergentes, generador de múltiples ideas, complejizar).

Una de las primeras cosas a tener en cuenta para ser creativo es perder el miedo. ¿Miedo a qué? Sobre todo a cuestionar, al igual que los niños pequeños en su inherente inocencia, no se cansan de preguntar el por qué y para qué de todo cuanto les rodea (una actitud puramente cualitativa/operativa). No consiste en hacerse uno mismo preguntas azarosas simplemente por hacerlas. Principalmente se trata de sentirse inquieto y crítico con lo que se está haciendo o pensando, tanto con la idea como con uno mismo. Es importante recurrir a otras personas que puedan dar a tu idea otros puntos de vista externos, de modo que tanto ellas como tú mismo, podáis plantear preguntas desde más ámbitos, como dice el refrán "cuatro ojos ven más que dos". Este ejercicio es una técnica de bombardeo de enfoques, que ayuda a desarrollar más hábilmente estrategias alternativas que fortalecen los puntos débiles de la idea y contrastan los más fuertes.

No obstante existen numerosas técnicas para el desarrollo creativo, y todas ellas tratan de generar siempre un aprendizaje más exhaustivo sobre la propia idea o afianzar ésta si se encuentra en un estado incierto. Se suelen clasificar en técnicas de amplio rango (aquellas que pueden producir ideas "al por mayor", sin objetivos marcados y media-baja eficiencia) y de foco (con directrices y pautas bien definidas, más eficientes):

- **Técnica de los 6 sombreros:** consiste en evaluar desde 6 posiciones distintas una misma idea: visión objetiva [blanco], expresión de sentimientos y emociones subjetivas [rojo], juicio o previsión negativa [negro], visión optimista y ventajas [amarillo], desarrollo creativo y nuevas ideas [verde] y control y gestión de todo este proceso [azul].
- **Técnica SCAMPER:** procedente del acrónimo en inglés de Sustituir [*Substitute*], Combinar [*Combine*], Adaptar [*Adapt*], Modificar [*Modify*], Buscar otros usos [*Put on other uses*], Eliminar [*Eliminate*] y Cambiar la forma [*Rearrange*]; consiste en dirigir una única idea hacia un objetivo concreto empleando paso a paso cada acción hasta dar con una idea derivada o transformada de la inicial.
- **Técnica del diagrama mental:** realización de mapas mentales gráficos que permiten visualizar y cartografiar la red de implicaciones, elementos y relaciones de una misma idea.
- **Técnica de las referencias/definiciones cruzadas:** creación de dos o más listas (generalmente: objetivos y prestaciones) y cruzar sus ámbitos de actuación para hallar posibles alternativas.

Otro de los factores importantes a tener en cuenta para ser creativo es encontrar formas de evadirse. La presión y el estrés psicológico favorecen las condiciones para llegar

"La creatividad no se produce dentro de la cabeza de las personas, sino en la interacción entre los pensamientos de una persona y un contexto sociocultural."

Mihaly Csikszentmihalyi

"Si la obra de arte fuera la representación idéntica de un objeto natural, sus posibilidades de dejar una huella en la memoria a largo plazo serían escasas, sino nulas. Las figuras que representan son suficientemente naturales para ofrecer unas etiquetas de sentido, unos índices, exigidos para la clasificación sistemática. Pero su carácter artificial, singular, subrayado por el estilo del pintor y el contexto de la obra, aporta la novedad y la distancia necesarias para que se inscriba de modo eficaz en la memoria a largo plazo."

Jean-Paul Changeux

a puntos de bloqueo, es decir, el colapso de pensamientos y cierta incapacidad y lentitud de respuesta que en condiciones normales no sucede. Ha quedado demostrado científicamente que en aquellos contextos en los que nos encontramos a gusto, entretenidos, felices, despreocupados,... producimos mayor cantidad de endorfinas que favorecen la actividad cerebral. Es una necesidad bioquímica que maximiza la comunicación entre hemisferios (la parte lógica y racional con la parte emotiva e irracional). Este tipo de bloqueos queda patente en momentos muy puntuales de alta carga de estrés, que desde el ámbito disciplinar arquitectónico se traduce por ejemplo en la entrega del Proyecto Fin de Carrera (en la etapa de estudiante), el desarrollo de una tesis Doctoral (en la etapa de posgrado), en la fecha límite de presentación de una propuesta (en el ejercicio profesional), etc.

Y por último, la persistencia y continuidad en emplear estos métodos, técnicas y aptitudes. Al igual que cuando montamos en bici, al principio nos cuesta mucho aprender: mantener el equilibrio, coordinar pedaleo y balance, dirección, etc. Es un proceso que tras la práctica se va afianzando, cogemos soltura por decirlo de algún modo. Existe precisamente una ciencia destinada a medir esta forma de crear habilidades: la neurogénesis (la formación de sinapsis y el fortalecimiento de puentes neuronales). Cuanto mayor es la persistencia en la práctica de los procesos creativos, mayor es la soltura a la hora de ponerlos en práctica.

Innovación

La innovación, por extraño que pueda resultar, también es una habilidad (al igual que la creatividad) y por ende, puede ser aprendida, asimilada y transferida a otros. La propia palabra hace alusión a la idea de "estar en proceso de" (in-) "algo nuevo" (-novador), de la novedad que suscita, pero ¿cuál es la diferencia con la creatividad? Resolver problemas y retos por vías alternativas no convencionales, puede ser considerado como "nuevas formas de aproximación", pero esa es exactamente la definición de creatividad. El principal matiz que las separa es la relación con el contexto, es decir, mientras ser creativo es una actitud que habla de la forma en la que proponemos soluciones, ser innovador habla de cómo estas propuestas surgen y pueden desarrollarse con nuestros medios técnicos y nuestra tecnología actual para aportar un valor añadido, o en otras palabras, cómo esas ideas tan singulares pueden responder a necesidades actuales por medios no convencionales.

Evidentemente, ser innovador implica ser creativo, pero nunca se da la situación a la inversa. La creación de productos y servicios con valor en el mercado conlleva ser mucho más riguroso con los planteamientos y estrategias, ya que van a constituir un motor de impulso dentro de la sociedad en cualquier ámbito y actividad. Es por esta razón por la que es tan importante el fomento y compromiso con los sectores de I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación), ya que gracias a ellos conseguimos avances y progresos a todos los niveles en el Estado de Bienestar. Profundizando en términos más empresariales, la

innovación es una herramienta eficaz para la captación de socios, inversores y el lanzamiento de potentes modelos de negocio; parte esencial de la productividad y el hallazgo de oportunidades. Aquí ya son la polimatía y la actitud prospectiva las encargadas de cruzar los diversos frentes sobre los que actuar.

Para ser innovador, uno de los primeros factores esenciales a tener en cuenta es la necesidad, es decir, detectar aquellas carencias que, en condiciones normales, puedan ser susceptibles de mejora. ¿Y cómo se detectan estas necesidades o carencias? Aunque cada persona puede emplear sus propios recursos y procesos, e incluso algunas de las ideas más innovadoras pueden surgir de forma espontánea (gracias a la creatividad), hay algunos métodos que permiten cierta aproximación, siendo de los más sencillos el método lineal: análisis – diagnóstico – propuesta. Éste es un método muy socorrido en la disciplina arquitectónica contemporánea, tratando de satisfacer necesidades y resolver problemas de determinados colectivos, tema en el que se profundizará más adelante (véase página 79).

El método lineal trata de analizar exhaustivamente un determinado problema, una carencia o falta, investigando todo el ámbito alrededor de este problema: cómo surge, a quién o qué afecta, por qué, cuándo y dónde aparece. Dando respuesta a estas preguntas, lo que obtenemos es un perfil de una necesidad concreta, pero esto sólo indica sus síntomas, el mecanismo por el cual se produce esta necesidad. Acto seguido debemos proceder a su diagnóstico, es decir, a ponerla en contexto: qué consecuencias tiene o puede tener, si puede agravarse el problema, si puede emparejarse a otros distintos,... Y puesto que tratamos con una necesidad, no con una enfermedad, aunque se le parezca la metáfora, ¿qué solución o posibles soluciones podemos proponer? Y es precisamente aquí donde surge con más fuerza la creatividad del proceso.

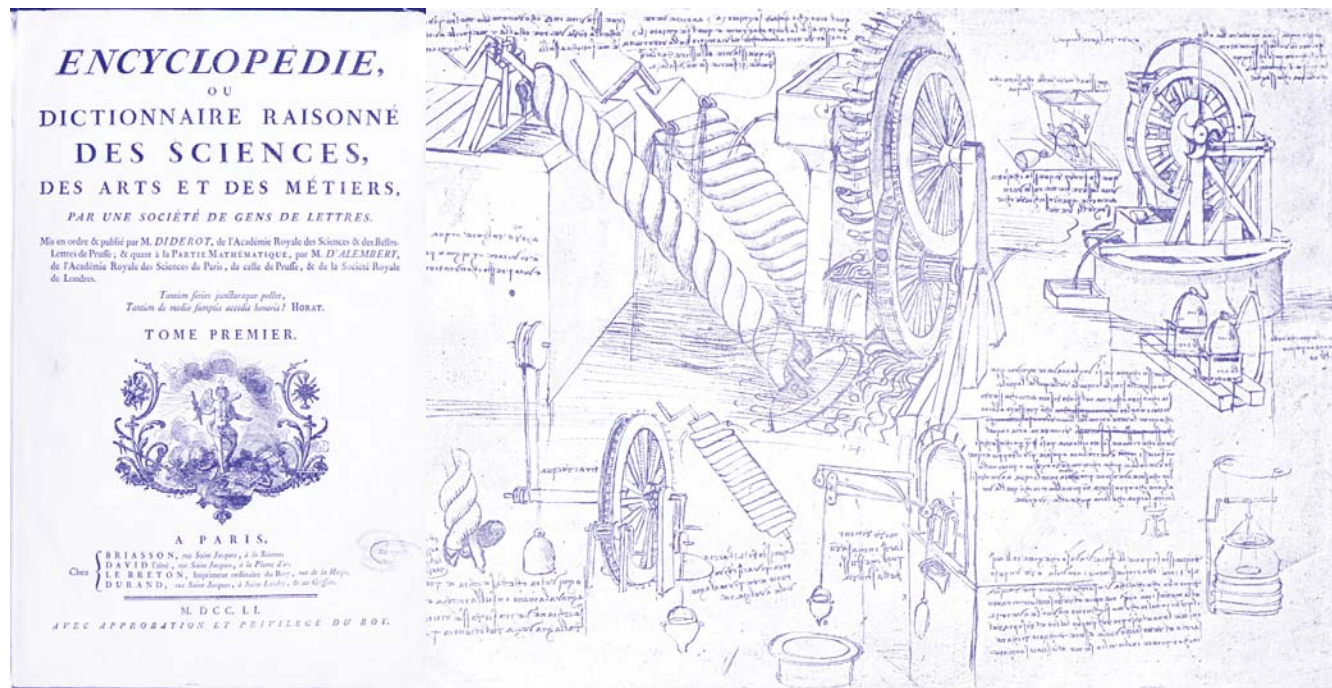
Entonces, identificada la necesidad y en pleno desarrollo de la propuesta, nos podemos preguntar cuál es la diferencia entre una propuesta creativa y una realmente innovadora. Y la respuesta procede casi exclusivamente de un único enfoque asociado muy habitualmente al ámbito empresarial, la generación de un valor añadido (o la incorporación de atributos de valor a una propuesta existente). Definémoslo. Un valor añadido supone una estrategia singular, creativa y original, que además de satisfacer la necesidad identificada de un colectivo concreto (ya sean personas, empresas, instituciones, servicios, etc.), permite generar múltiples actividades asociadas a su desarrollo y abre la vía a la resolución de otras posibles necesidades. Por ejemplo, cuando Elisha G. Otis en 1852 desarrolló un sistema que evitaba la caída de los ascensores en caso de rotura del cable de sujeción, no sólo permitía la fabricación de ascensores más "seguros", sino que abrió las puertas a un desarrollo técnico-arquitectónico sin precedentes en el crecimiento vertical de los edificios: los rascacielos, que ocupaban menos terreno y albergaban mayor cantidad de actividades.

Pero generar una propuesta con valor añadido tiende a ser más complejo que

"La depresión y la pena son bellas dentro de una historia, pero para el artista son veneno. Son como unas tentanzas de la creatividad. Y si te aferran, apenas puedes levantarte de la cama, y mucho menos experimentar el fluir de las ideas."
David Lynch

mejorar la eficiencia o posibilidades de productos ya existentes; es lo que se conoce como atributos de valor (sin entrar en especificaciones de otros campos). Sin embargo, sí que es más difícil distinguir entre éstos y soluciones creativas, ya que su principal diferencia viene determinada por la capacidad de estos atributos (o propuestas) de generar beneficio frente a ser meras curiosidades. Un ejemplo claro es incorporar una mopa o trapo a las rodilleras y coderas de la ropa de bebé para que mientras gatean por casa, vayan sacando brillo al suelo. Esto no deja de ser una resolución ingeniosa, creativa, llamativa, etc. Pero que no desvíe nuestra atención, esto no es un atributo de valor. Una estrategia corporativa para fidelizar clientes mediante incentivos o mejoras de calidad y servicio sí son atributos de valor, ya que se asocian a una estrategia más grande y abre caminos a la resolución de otras necesidades, tienen un carácter innovador (sin entrar en discusiones de ética o reclamos). Queda por tanto claramente definida la diferencia entre propuestas creativas y propuestas realmente innovadoras.

En muchos casos, los polímatas sin embargo, no trataban de resolver una necesidad, era la mera curiosidad el *leitmotiv* de sus desarrollos, el conocimiento por el conocimiento, una especie de Ley de Talión aplicada no a la justicia recíproca y proporcional sino a una búsqueda incesante de aprender más por el placer de saber más. Aquí podría surgir un apartado sobre cómo han surgido o cuáles han sido los detonantes de los trabajos de algunos de estos polímatas; desde hallazgos inesperados por error en la experimentación de otros fenómenos, anecdóticos (como la supuesta manzana de Isaac Newton), etc. Pero no ha lugar aquí ser partícipe de estas disquisiciones. Aunque sí hay una serie de preguntas que podrían plantearse: ¿quiénes fueron los verdaderos maestros de los polímatas? ¿y sus discípulos? ¿estaban solos en sus trabajos? ¿cómo dieron continuidad a su legado? ¿cuántos polímatas nos constan que ha habido según lo que ha llegado a nuestros días? ¿cuántos no?



Discontinuidades en la transferencia de conocimiento

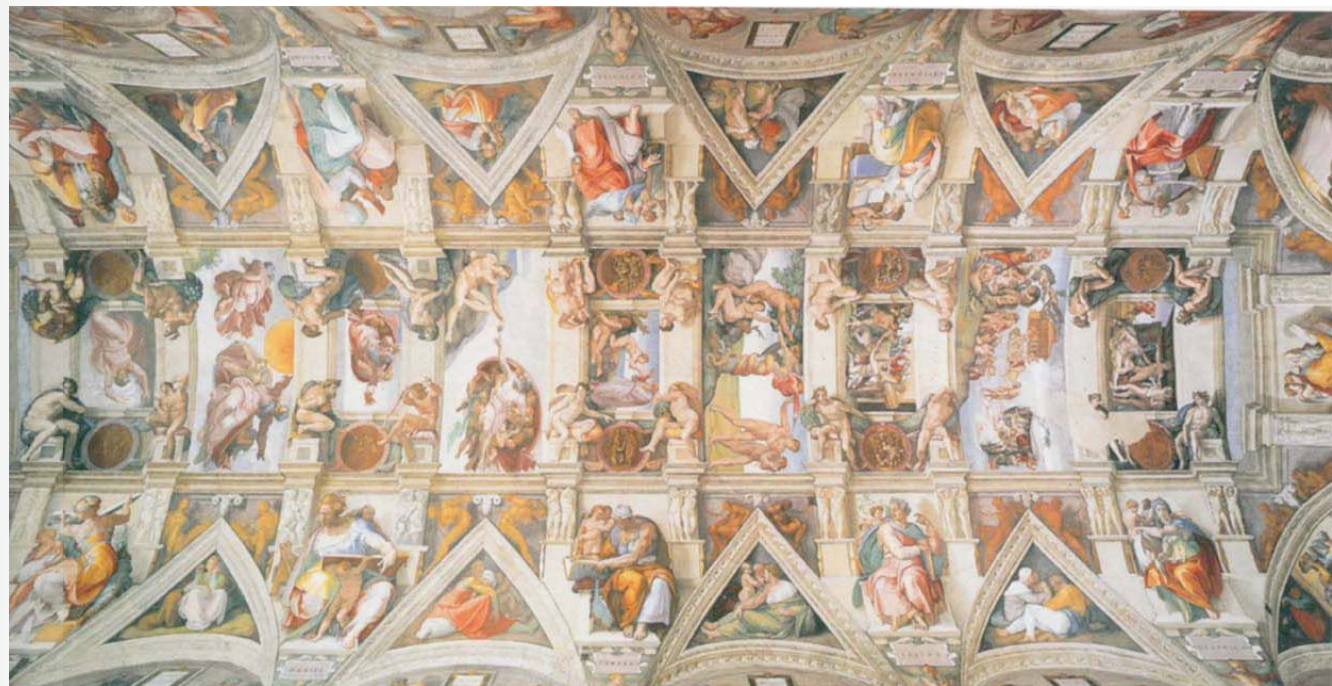
En términos generales se puede considerar que el conocimiento es acumulativo, y la historia, a medida que pasan los años, sigue creciendo ostensiblemente. En especial desde que la sociedad tuvo acceso a la educación, y con ella, a la producción de conocimiento en masa. Se está produciendo una celeridad exponencial en la generación de nuevos conocimientos y especialmente ahora que las nuevas tecnologías han favorecido la comunicación, poniendo en contacto a millones de personas.

La transferencia de conocimiento está estructurada como un sistema articulado por dos partes principales y un medio de comunicación (con todo lo que ello implica). La característica más básica y fundamental para su correcta puesta en marcha es la capacidad cognitiva de las partes. Esto que podría parecer obvio, no lo es tanto. El fin último de la transferencia de conocimientos es la educación, pero ésta no es más que la proyección de la realidad que el conjunto instructor comprende y propaga sobre el conjunto instruido. Por ello, si el conjunto instructor se dirige hieráticamente por doctrinas y creencias particulares, el conjunto instruido dispondrá de un conocimiento sesgado de la realidad. Es lo que comúnmente conocemos como creencias. Sin embargo, se da por sentado que la capacidad cognitiva de ambas partes no sólo es la idónea, sino que además es la óptima. He aquí el gran error. Las creencias, tanto personales como colectivas, son fuertes inhibidores cognitivos, prejuicios a fin de cuentas.

Esto es lo que se traduce de las numerosas lagunas de conocimiento que se aprecian en las miradas retrospectivas de la historia de la cultura. En cada época, un conjunto

A la izquierda, portada de la Enciclopedia editada por Diderot, uno de los primeros intentos por unificar todo el saber en un único documento.

A la derecha, croquis y esbozos de Leonardo da Vinci, uno de los legados más preciados de la labor de un polímata por definición.



Bóveda de la Capilla Sixtina con frescos elaborados por Miguel Ángel. La pintura es otra de las muchas posibles vías por las que llegan a nuestros días la labor de personajes de épocas pasadas.

de creencias dominantes han condicionado este mecanismo de transferencia, o incluso lo han anulado según sus intereses (respectivamente curriculum oculto y curriculum nulo). Se entra aquí en un tema en el que no es preciso extenderse sobre la ética, la moral, la sindéresis, los juicios de valor, el sentido común, el bien y el mal, y un largo etcétera. Así como tampoco el desarrollo de esos acontecimientos (Inquisición, censura, ideologías,...). Lo que sí se percibe es que dichos acontecimientos han marcado un cambio en la continuidad de la enseñanza en todos los niveles y que gran parte de los conocimientos desarrollados en el pasado, se han perdido y/o siguen ocultos actualmente. También el fomento de la heurística sin fundamento es lo que puede conllevar no a conocimientos sino a distracciones.

Otro factor distinto que puede dar lugar a un posicionamiento erróneo en la investigación sobre la polimatía es considerar que uno de los "campos de conocimiento" en los que destacaban era el de escritor. Es similar a decir que un artista destaca por su pintura y su pincel como dos campos de conocimiento, en vez de como conocimiento y herramienta (o técnica). Evidentemente, un polímata deja un registro accesible para trabajar, bien sea un escrito, un esquema, un dibujo, un diagrama,... Parece pertinente dejar constancia de ello porque salvo que alguno de estos polímatas fuera un escritor de novelas al margen de su producción más "científica", los polímatas eran escritores porque eran personas que adquirieron una formación que les permitía reflejar sus conocimientos y comunicarlos a través de la palabra o la imagen. Y no se descarta que existieran personas muy capaces que por no tener acceso a la educación, no hayan podido constar sus aportaciones a nuestra cultura, que probablemente las hubo y en gran número.

Otro aspecto importante es apreciar lugares y épocas de la vida de los polímatas de una sola vez. Si se colocan gráficamente en un eje cronológico geolocalizado el transcurso de los principales polímatas de la historia, se pueden extraer algunas conclusiones interesantes.

SEGUNDA PARTE

LOS FUTUROS, EL ARQUITECTO Y LA PROSPECTIVA

Modalidades de futuro: el trabajo con la incertidumbre

"Ni al pasado ni al futuro. Sólo puede dársele forma al presente."

Ludwig Mies van der Rohe

Es inevitable que a la hora de hablar del futuro se piense en el tiempo, y en éste como algo absoluto y objetivo que incorpora el ocurrir de los sucesos, los seres y las cosas, en un permanente bucle lineal, por paradójico y controvertido que resulte este concepto, que establece siempre el mismo recorrido del pasado al futuro a través del presente. Pero este concepto no ha sido siempre así, de hecho en la Antigua Grecia se establecieron dos conceptos para la definición de tiempo: *aión* y *chronos*. En relación a esta diferenciación José Jiménez escribe:

*"En la cultura griega existen dos términos para designar lo que, sólo con uno, llamamos nosotros al tiempo. Por un lado aión, originariamente equivalente a 'época de la vida' o a 'existencia'. Y por el otro, chronos 'duración del tiempo' o tiempo en su conjunto. [...] En un principio aión designaba la duración de la vida individual de todo ser vivo [...] una duración limitada. [...] La distinción platónica entre aión y chronos supone fijar temporalmente la diferencia entre ser y devenir [...] A partir de ella [...] el reino de chronos (...identificado con el devenir...), irá progresivamente concibiéndose como una mera ilusión o apariencia. Y por lo tanto, en la estela del platonismo, como representación ajena a la verdad. [...] Según Platón, tan eterna es la imagen como el modelo. Ahora bien, mientras éste, aión, se caracteriza por su unidad e inmovilidad, chornos es imagen móvil y cambiante. [...] Aión y chronos son, los dos, eternos. Pero aión es la unidad inmóvil, mientras que chronos supone [...] una representación del cambio, del movimiento."*¹

En esta dicotomía se encuentra ya una brecha que rompe el concepto de tiempo exclusivamente por la certidumbre e incertidumbre de su significado respectivamente. *Aión* es un concepto puramente cuantitativo, que aún desconocido, sabemos que existe un límite, que se puede controlar, medir y parametrizar. Sin embargo, *chronos* es mucho más indeterminado, se escapa de nuestra comprensión, es más cualitativo, habla del devenir sin predecirlo, pero allí estará, pase lo que pase. Esto hace reflexionar sobre la dualidad entre durabilidad y tiempo como tal. Si la durabilidad es mensurable, ¿la prospectiva está acotada o permanece inalterable a lo largo del tiempo? Los escenarios operativos se marcan en futuros del corto, medio o largo plazo, pero ¿qué es corto, medio y largo? ¿Tiene sentido preguntarse sobre su durabilidad o es una herencia del método científico y su concienzuda predisposición cuantitativa? La prospectiva como metodología como ya se ha comentado, es flexible y adaptativa, va cambiando, será pues pareja al concepto de *chronos*,... siempre inestable, pero presente y cambiante.

1. JIMÉNEZ, José. *Cuerpo y tiempo. La imagen de la metamorfosis*. Destino. Barcelona 1993.

Pero no cabe duda de que la percepción sobre el tiempo es la de una corriente que fluye inexorablemente casi de manera unidireccional, con excepciones según el enfoque (como se muestra en la cita adjunta de la película "*La máquina del tiempo*"). Así lo manifiesta Paul Davies que comenta:

"El tiempo que fluye [...] es algo tan básico en mi experiencia del mundo que siento rechazo frente a la afirmación de que es sólo una ilusión o una falsa percepción. [...] nuestra impresión del devenir, de un tiempo fluyente, es tan poderosa y capital para nuestra experiencia que debe corresponder a algo en el mundo objetivo."

Así pues la fase última en la concreción de la idea de Historia, y en consecuencia de la idea de tiempo, que se presenta con la asunción de la conciencia histórica, y que corresponde a la modernidad, va a consagrar esta representación del tiempo lineal en la medida que no sólo puede hacerse historia del pasado sino también del futuro. Programar el progreso, aceptar el destino de la humanidad, evitar la decadencia o planificar la mejora de lo venidero, son maneras de proyectar el futuro, de hacer y controlar su historia. El tiempo se entiende así como un proceso de evolución continua, de transformación incesante, de cambio sin tregua, de surgimiento de lo siempre nuevo. Y ese es precisamente el contexto que ratifica la primera parte ya vista de este trabajo.

No obstante, el concepto más científico de tiempo radica en sus aspectos más esenciales, éstos son: a) la posibilidad de encontrar en los sucesos pautas que se repiten, y, en consecuencia, b) descubrir las leyes que ligan estos sucesos, que encadenan determinadas causas con sus consiguientes efectos. El determinismo está detrás de todo esto. Pero el mismo determinismo tiene un talón de Aquiles, y es que bajo la convicción de que si todo es predecible mediante la causalidad, el tiempo es algo superfluo para el conocimiento del mundo y de las fenomenologías objeto de estudio; idiosincrasia que como veíamos en el apartado propedéutico, lleva al absurdo de una certidumbre absoluta sobre todo, que hoy por hoy no es posible alcanzar.

Surge por tanto, también dentro del campo científico, la contrapartida al determinismo y con ella el cambio en el concepto de tiempo. Un tiempo que se piensa, precisamente, como la eterna duración del cambio. Una evolución que encuentra su plasmación tanto en la filosofía y el pensamiento contemporáneos como en algunas de las teorías científicas más actuales. La "flecha del tiempo" o la duración sin meta, son la expresión de esta concepción, pero también ese intento por cambiar su definición, esos múltiples tiempos, esos que son flexibles, relativos, indeterminados,... Según la Teoría de la Relatividad de Einstein, se postula lo siguiente:

1. El mundo físico se entiende como un espacio de Minkowski, es decir, compuesto de cuatro coordenadas: tres espaciales y una temporal, íntimamente relacionadas entre

"Todos tenemos nuestra máquina del tiempo. ¿No? Las que nos llevan hacia atrás son recuerdos, y las que nos llevan hacia adelante, son sueños."
Película: La máquina del tiempo

sí. En definitiva: un continuo espacio-temporal donde la situación (espacial), el momento (temporal) y el movimiento de cualquier suceso, son relativos respecto a otro suceso tomado como referencia.

2. Ese continuo espacio-temporal no es un ente absoluto en el que se sitúan los sucesos, sino que forma un campo constituido por espacio, tiempo y materia (la cual, a su vez, no es independiente de la energía y que más adelante veremos).

3. Esto significa, que si quitamos la materia, el espacio-tiempo deja de existir. Igual que si en un campo magnético quitamos el magnetismo no queda algo así como un magnetismo vacío, sino que desaparece, también si en el campo espacio-temporal quitamos la materia no queda un espacio vacío o un tiempo inmóvil. Simplemente, no queda nada. Sin materia no hay ni espacio ni tiempo.

Pero es la Física Cuántica desarrollada por el principio de incertidumbre de Heisenberg la encargada de remodelar ese concepto de tiempo y atribuirle esas características especiales, no rechazando la teoría propuesta por Einstein, sino implementándola. El futuro se lee como una infinidad de estados posibles del conjunto fenomenológico, una indeterminación constante de la que sólo resta aprender a convivir con la incertidumbre.

La proyección del futuro, que todo plan establece a partir de las coordenadas del presente, entra en conflicto con ese cambio inesperado y desconocido que es la otra de sus características esenciales. Lo imprevisible es, justamente, aquello que no es posible planificar, prever. Henri Bergson escribe:

*"Un plan es un término que se asigna a un trabajo; el plan cierra el futuro cuya forma traza. Por el contrario, ante la evolución de la vida las puertas del futuro permanecen abiertas de par en par."*²

Cualquier proyecto, por lo tanto, supone en cierta manera un "cerrar las puertas al futuro" en la medida que niega lo imprevisible; adquiere así un carácter totalitarista que determina ese futuro. Sin embargo, el proyecto conlleva estrategia y ésta sí puede adquirir un carácter prospectivo que mantenga esas "puertas" abiertas. Y en este sentido, cualquier proyecto auténticamente creativo debe jugar con la ambigüedad, o sea, debe ser capaz de dejar fisuras por donde se pueda colar lo no esperado, lo no programado, lo imprevisto, el cambio. La incomodidad de este tipo de trabajo es que el futuro sigue escapándose de nuestro control y especialmente los imprevistos, y no tener control significa tener una ausencia de poder sobre el devenir. Es por ello que resulta muy complejo el trabajo con la incertidumbre. Hay diferentes modelos de concebir el futuro. Se proponen los siguientes:

El **futuro real no inmediato** (el gran enigma): es aquel que acontece y que desde

2. BERGSON, Henri. *La evolución creadora*. Espasa-Calpe. Madrid 1985.

siempre ha sido motivo de continua persecución. Asumimos que siempre vamos tras él y que no hay forma de verlo. Acontecen y tienen lugar los fenómenos con su propio devenir. Sin reglas más allá de que toda consecuencia observable en ese futuro, tiene una causa en nuestro presente y/o pasado. Se construye a fuerza de consecuencias y sucesos de toda índole. A mayor distancia temporal respecto a nuestro presente, más impracticable, imprevisible y desconocido se torna. Siempre fuera de control, siempre inestable, siempre cambiante.

El **futuro interpretado** (la adivinación, la casualidad y el acierto): sólo forma parte de una concepción individual de la persona que lo "percibe". Su comunicación emplea numerosos recursos lingüísticos que manejan la ambigüedad y condicionalidad, así como descripciones generalistas que tienden a adjetivar la cotidianidad más común del público receptor. Se encarga de "adivinar" y predecir con dudosa precisión un conjunto de fenómenos característicos. Se rige bajo la connotación de culpabilidad o amenaza que "puede" recaer sobre el individuo si se ignoran los "consejos" ofrecidos por el "adivino", o visto desde un posicionamiento constructivo, la advertencia proferida por una persona con mayor experiencia. La mayor precisión o cercanía de las descripciones generalistas describen las casualidades (si el fenómeno en cuestión que define es muy específico y particular) o un acierto (si la precisión es admisible aunque aún en el ámbito en general). La mayoría de este tipo de percepciones vinculadas a la adivinación son de dudosa honestidad. Si es fruto de la experiencia, más que acierto, se habla de hechos. Ésta última modalidad es la más vinculada a la pedagogía y la enseñanza, pero que adquiere una validez indeterminada en el tiempo, ya que puede prevenir situaciones con independencia del momento y la época en la que se comunica; es de carácter previsor. Es la transferencia de conocimiento entre generaciones o niveles de experiencia distintas. Podría ser añadido como una categoría más denominada el **futuro experiencial**, o **futuro real inmediato o independiente**.

El **futuro utópico** (el deseo): es aquel que refleja un conjunto idealizado de fenomenologías que entran en resonancia y configurar un retrato perfecto del deseo individual o colectivo. Sin embargo, la mayoría de las utopías son terribles estudiadas en detalle. La falta de una comprensión holista del futuro utópico produce paradojas y contrapartidas de consecuencias nefastas. A mayor cantidad de restricciones aplicadas para idealizar ese futuro, más nos introducimos en la siguiente modalidad que a continuación se describe. Es un futuro ampliamente imaginario cargado intencionalmente de connotaciones positivas. Muchos de ellos, muestran el imaginario personal de un individuo o pequeño grupo de personas. Tiene una operatividad limitada pero puede ser altamente creativo.

El **futuro dictado** (la imposición): es la versión más radical del futuro utópico. Viene fuertemente condicionado por lo deseos e intereses de un individuo o colectivo principal y con cierto poder simbólico para la manipulación de los medios disponibles. Se basa en el autoritarismo para la implantación de hojas de ruta completamente dirigidas a los fines e intereses perseguidos. Es un futuro extensamente participado por el mundo empresarial.

Los horóscopos son un recurso muy empleado dentro de los futuros interpretados. Se fundamentan en conocimientos de astrología (que no astronomía) como supuesta doctrina avanzada de interpretación del futuro. Aunque numerosos estudios revelan que tanto las estructuras lingüísticas como la metodología narrativa juegan un papel fundamental en la sugestión psicológica del receptor, en otras palabras, se le dice al cliente lo que quiere oír, y sobre él recae la responsabilidad de no interpretar correcta y adecuadamente lo que el "adivino" le ha trasladado.

Carece de creatividad y libertades, y centra todos sus esfuerzos en la "ley del más fuerte". Todo dictamen es considerado una ley de obligado cumplimiento. Es un reflejo puro de la absoluta y, en principio, equivocada certidumbre.

El **futuro planificado o futuro previsto** (la hoja de ruta y los plazos): forma parte de las metodologías estratégicas. Marca unos objetivos claramente definidos y establece el protocolo y secuencia de acciones para poder alcanzarlos. Son conocidos de forma habitual como las hojas de ruta. Su mayor desarrollo procede de la disciplina urbanista, y es en la que podemos encontrar mayor literatura al respecto. Es altamente operativo, pero sigue trabajando mayoritariamente con la certidumbre. Comienza a resultar más inestable cuanto mayor distancia toma con respecto al presente. Mide su alcance y programación bajo una indeterminada triada de corto, medio y largo plazo. Podría definirse como corto plazo, aquel que va de los pocos días a los 2-3 años en función de la escala del plan al que haga referencia. El medio plazo sería aquel que va de las pocas semanas a unos 5-10 años. Y el largo plazo que iría desde el año a una indeterminación variable décadas después. Sin embargo, se aprecia que un factor importante que condiciona este tipo de futuros es la escala de la planificación estratégica, y quizá sea esta también, su punto más débil.

El **futuro-presente** (los presentes alternativos): es aquel que adopta consciencia y responsabilidad sobre el presente, y despliega una mesa de exploración para actuar frente a aquello susceptible de mejora. Más que lanzar objetivos a un determinado plazo y trazar las hojas de ruta, éste concepto trabaja con el presente para ir construyendo un futuro-presente mejor. Está basado en el cambio constante y adaptativo. Puede complementarse con los otros modelos, pero es ahí donde corre el riesgo de convertirse unívocamente en el modelo al cual complementa.

Aunque se pueda identificar éste último modelo como el más aproximado al concepto de prospectiva, se entiende que pertenecen a ámbitos completamente distintos. La prospectiva atiende por igual todas las posibilidades que pueden ofrecer todos los modelos. Lo que sí parece dar lugar a confusión es que éste último método maneja mucho la incertidumbre, es un futuro indeterminista y como recurso cualitativo, parece tener concomitancias suficientes como para confundirlo con la metodología prospectiva. Sin embargo, no deja de ser un posible escenario con sus pros y contras que sistemática y metodológicamente habría que evaluar. Es esencial distinguir entre modelo, herramienta y método, campo que desde la docencia aún hoy continua desarrollándose, perfilándose, en aras de un cambio y replanteo de nuestro propio devenir como arquitectos y el papel que desempeñamos en la sociedad actual.

La problemática pedagogía del proyecto

Podría decirse que existen tantos programas docentes en la disciplina arquitectónica como puntos de vista de sus principales instructores al respecto, si bien es cierto, que determinados posicionamientos parecen seguir líneas o corrientes que reúnen características comunes. También las estructuras jerarquizadas dentro de las propias escuelas favorece la continuidad o descarte de algunas de estas corrientes. Pero a pesar de ello, el debate sobre cómo debe organizarse la docencia en la disciplina arquitectónica sigue siendo un tema de debate que favorece la continuidad de determinados bucles en los que ha caído la pedagogía del proyecto, y que se repiten incesantemente generación tras generación a pesar de las transformaciones sociales y tecnológicas. En relación a esto Rem Koolhaas escribe:

*"Todo el conjunto de la profesión, su educación y su ética, está todavía fuertemente enraizado en un análisis muy nostálgico. Una profesión que, en esencia, sólo se queja, nunca será capaz de realizar una contribución positiva. [...] El papel del arquitecto en todos estos fenómenos es casi insignificante y lo único que los arquitectos hacen, de cuando en cuando, es crear edificios más o menos bien hechos en esas circunstancias dadas. Está increíblemente sobrevalorado el poder de la arquitectura en cuanto al bien que puede llegar a hacer e, incluso al revés, en cuanto al mal causado o el que podría llegar a causar."*³

Esto hace pensar que algo no se está llevando a cabo tan bien como cabría esperar o que hay serias dificultades de fondo en lo que respecta a la disciplina. Rem Koolhaas describe en tercera persona, y excluyéndose del grupo, lo que los "arquitectos hacen". Aristóteles empieza su *"Ética a Nicómaco"* diciendo:

*"Todas las artes y todas las investigaciones, e igualmente todas las acciones y proyectos, parecen tender a un bien; por eso se ha definido correctamente el Bien como aquello hacia lo que tienden todas las cosas."*⁴

Aristóteles hace referencia a la *sindéresis*, en la que entran en juego el juicio común, la verdad, el bien, la ética, etc. Podemos comprobar cómo de nefastas han sido las consecuencias en las últimas décadas en cuestiones de edificación; la especulación desmedida, la nulidad de estrategias territoriales, las cegueras que despiertan las nuevas tecnologías,... y recordemos que:

"Technology is not neutral."

3. KOOLHAAS, Rem. *Conversaciones con estudiantes*. Gustavo Gili. Barcelona, 2001.
4. Citado por McINTYRE, Alasdair, en *Historia de la ética*. Paidós, Barcelona, 1976. pág. 64.

[La tecnología no es neutral]

Las nuevas herramientas han llevado a una generación de proyectos de edificación como a cadenas de producción en masa, perdiendo ese Bien que defiende Aristóteles en pro de un movimiento mercantilista de consumo. A este respecto Oriol Bohigas escribe:

*"...la arquitectura ha dejado de permanecer en aquella contradicción entre creación y acto de servicio para pasar simplemente a ser esto último, pero no en favor de los intereses generales, sino en favor de las estructuras comerciales del consumo. [...] Quizá por eso tiene un cierto punto de inmoralidad."*⁵

Sin embargo, la inmoralidad es discutible independientemente de los favoritismos propios de cada cual y en esta misma línea Adela Cortina dice:

*"La 'obra de arte' se valora según el precio de tasación en un mercado claramente ayuno de sensibilidad hacia autenticidades y cosas parejas. Por eso andar debatiendo sobre el derecho del artista a la inmoralidad es agua pasada, porque la expresión de su autenticidad tiene un límite, como tiene un límite cualquier otra forma de expresión: no está autorizado para dañar a nadie. No puede organizar un hermoso crimen, ni llevar a cabo una bella tortura, ni permitirse un asesino juego de rol ni cosas similares, porque nadie, por genial que se crea, tiene patente de corso para atentar contra la justicia ética, comunitaria y cosmopolita."*⁶

La pedagogía posee una doble responsabilidad: debe fomentar simultáneamente la iniciativa instrumental, creativa, exploradora,... y la capacidad de implantar esta iniciativa en el complejo contexto social, económico y cultural; sin imponer la sistemática personal del cuerpo docente. Una empresa harto complicada ya que no se puede desvincular nadie de su propio bagaje. Pero irrefrenablemente hay una voluntad totalitarista subyacente que en su afán de alcanzar ese "Bien" que se mencionaba anteriormente, persigue la fórmula perfecta, aquella que solucione todos los problemas que plantea el proyecto, la fórmula del Todo. Como puede apreciarse, es exactamente el mismo paradigma en el que se ve involucrada la Física con sus teorías actuales, y que manifiesta la falta de andadura intelectual en estos aspectos.

Frente a esta tendencia convergente o unificadora, surge el movimiento opuesto; la divergencia que entiende la multiplicidad y complejidad del contexto en su sentido más amplio. Se gestionan en algunas escuelas una línea de docencia que promueve el empleo de herramientas mucho más versátiles, que critican los modelos habituales y los tensan. Luis Lacasa escribe:

5. BOHIGAS, Oriol. *Contra una arquitectura adjetivada*. Seix Barral. Barcelona, 1969.
6. CORTINA, Adela. *Ética y estética: historia de una complementación*.

*"Fue entonces cuando empecé a vislumbrar lo que nadie me decía: que el mal había que buscarlo más al fondo, que la solución del problema no era simplemente una transformación en la tramitación de los proyectos de arquitectura [...] Fue entonces cuando comprendí que la solución del problema sólo podía encontrarse abarcando no sólo a los arquitectos, sino a toda la sociedad en su conjunto. Había, pues, que pensar en la forma de cambiar el régimen económico-social. Había, pues, que pensar en la política."*⁷

Como en varias ocasiones ha transmitido D. Javier Seguí de la Riva en sus seminarios, ni siquiera tenemos una definición clara de lo que es la arquitectura; que ésta tiene más que ver con cómo se establecen relaciones entre las cosas... lo demás es edificación. El arquitecto, como se veía anteriormente, era un polímata en épocas pasadas, dominaba multitud de disciplinas. Y aún hoy en día, se conserva esa inquietud con las ramas ajenas de conocimiento, esa curiosidad por utilizar aquello que se escapa de nuestra formación. Sin profundizar en aquellos ámbitos, fabricamos un modelo o una herramienta que sigue aportando valores al proyecto, en palabras de Giorgio Grassi:

*"Así es como sucede cuando desde la indicación teórica del 'modelo' se pasa a una ejemplificación de él, es decir, se pasa a un modelo determinado. [...] entonces, (... el modelo...) llega a ser experiencia y como tal reviste un valor de conocimiento en sí mismo."*⁸

Otro de los principales escollos en la pedagogía del proyecto es averiguar los invariantes que se manejan, ya que podemos incluir variables desde tantas disciplinas que acaban constituyendo sistemas muy complejos y poco manejables, según estamos acostumbrados. Las variables se multiplican exponencialmente y es preciso acotar, poner límites. Pero ¿dónde están esos límites? ¿Es posible que acotando un ámbito estemos dejando fuera variables importantes? He ahí la relevancia de determinar las invariantes del proyecto y las estrategias adecuadas en cada caso, si se ve desde el enfoque cuantitativo. Las líneas propositivas más radicales de la pedagogía del proyecto, se centran en exploraciones mucho más abiertas e inciertas. Lo proyectos se tornan en trabajos más creativos, más radicales, propositivos,... también se recurre a codificaciones y lenguajes propios, una forma de nombrar lo proyectado con terminología distinta para que resulte "más nuevo".

Coordinar todo ese esfuerzo para no seguir haciendo "lo de siempre", requiere mucha dedicación y perspicacia. No sólo es volcar enunciados de otras áreas para testar su operatividad, es todo el conjunto de herramientas y enseñanzas. Es fundamental recordar conceptos de forma, estructura, función, proporción,... que tan concienzudamente se de-

"Cuando el río suena, agua lleva."
Refrán popular

7. LACASA, Luis. *Escritos 1922-1931*. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Madrid, 1976.
8. GRASSI, Giorgio. *La construcción lógica de la arquitectura*. Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares. 1973.

sarrollan a lo largo de toda la graduación; es herencia y romanticismo de escuelas pasadas, de las que aprender, por supuesto, pero cuya finalidad sea un aporte cultural al bagaje de los futuros profesionales. Ahora hay una proliferación, que como bien apunta Javier Seguí de la Riva en sus seminarios, es cíclica (cada cierto tiempo vuelven a plantearse las mismas preguntas en las escuelas), de términos como: híbrido, complejidad, adaptable, flexible, orgánico, cyborg, mutante, cambiante, fenomenológico, termodinámico, líquido, 2.0,... No son más que el reflejo de un cambio de paradigma que sigue sin estar completamente "regulado", pero que protagoniza todos los intereses e inquietudes sobre los que giran los proyectos. Forman una especie de vórtice, generador de los más variopintos prototipos. El problema radica cuando no se trata con suficiente calma, rigor y respeto; dando pie a cucamonas y estridencias anecdóticas, formalistas, tecnicistas y/o caprichosas. A este respecto María Victoria Gutiérrez Guitián escribe:

"[...] la composición que enseña a hacer, a cambiar, a proceder, que se halla en la encrucijada del aprendizaje nos permite una esperanza prospectiva. Acosados por la complejidad del mundo social y cultural, por las tendencias ya latentes, los acontecimientos y descubrimientos no todos previsibles, el conocimiento, la ciencia, el arte y la técnica contemporáneos corren el riesgo de la segregación, la dispersión, del eclecticismo, sincretismo y el más grave del sectarismo y dogmatismo. Muchas veces su práctica constituye el refugio de algunos que reproduciendo estructuras feudales se alejan cada vez más de los problemas que afectan dramáticamente a gentes y pueblos.

El panorama arquitectónico contemporáneo también se halla inmerso en esta crisis cultural y social que vivimos con esperanza. Asistimos a las continuas diatribas estilísticas, a los esfuerzos por alumbrar caminos, a la tragedia del consumo y nuevo recambio formal, a los debates sobre la especificidad de lo que es o no arquitectura, que es también una búsqueda para reencontrarla.

*[...] Existe una renuncia cínica en los que pretenden apostar por todas las opciones. [...] En lugar de las angustias contagiadas a los estudiantes sobre la modernidad de tal o cual arquitectura, que obliga a un aprendizaje escolástico y académico en el más peyorativo de los sentidos, esto es, en el de un planteamiento docente que el alumno sólo puede afrontar desde el modelo de prueba y error, o del autodidactismo, nosotros proponemos una enseñanza prospectiva..."*⁹

Aunque el concepto que se maneja en un primer momento de prospectiva parece diferir de la definición que se ha concretado en el apartado propedéutico. En este caso, la autora refleja el sentido de una enseñanza prospectiva que sí muestra concomitancias con la propuesta, que termina por referir de la siguiente forma:

9. GUTIÉRREZ GUITIÁN, María Victoria. *Composición arquitectónica. Teoría, prospectiva, aprendizaje*. 1ª Edición. Madrid: Ed. Universidad Politécnica de Madrid, 1984. ISBN: 84-86189-05-5

"Nuestra opción frente a un modelo docente de "técnica pedagógica" es el aprendizaje adaptativo y de anticipación. Y esta opción no es una vía difusa o evasiva. Se presenta como alternativa cultural profundamente enraizada en razones antropológicas...[...]

Hay que enseñar para un futuro no previsible. No podemos plantear un modelo de enseñanza a corto plazo, que nos impida afrontar el medio y largo plazo. Por ello hablamos de modelo-método de enseñanza prospectiva. Esto es, un modelo que sea más un método abierto que enseñe a aprender, a afrontar y resolver problemas, no a aplicar fórmulas conforme a los tipos o los modelos reconocidos y establecidos, porque éstos no serán los del mañana. Un método que permita incorporar las cambiantes circunstancias del medio, el aprendizaje y la experiencia de los docentes y discentes en cada tiempo, que permita formular los objetivos y demandas sociales en cada caso.

*[...] El aprendizaje prospectivo no reniega sin embargo del pasado. Éste es visto desde la perspectiva del ahora y recuperado sin objetualizarlo, sino haciéndolo vivo en nosotros."*¹⁰

Concretando así la propuesta alternativa a la problemática pedagogía del proyecto arquitectónico, ya se puede ver qué instrumentos y herramientas forman parte de esta estrategia docente.

10. Íbidem pág. 79.

Indicadores, herramientas y factores en la prospectiva

Se parte entonces de reconocer que cualquier transferencia de conocimiento, como proyecciones y reinterpretaciones que son de lo real, contiene errores e ilusiones; aludiendo a la incertidumbre y a una heurística fallida respectivamente. A este respecto, Edgar Morin señala el concepto de las "cegueras paradigmáticas", y escribe:

"El juego de la verdad y el error no sólo se juega en la verificación empírica y la coherencia lógica de las teorías; también se juega a fondo en la zona invisible de los paradigmas. Esto lo debe tener bien en cuenta la educación.

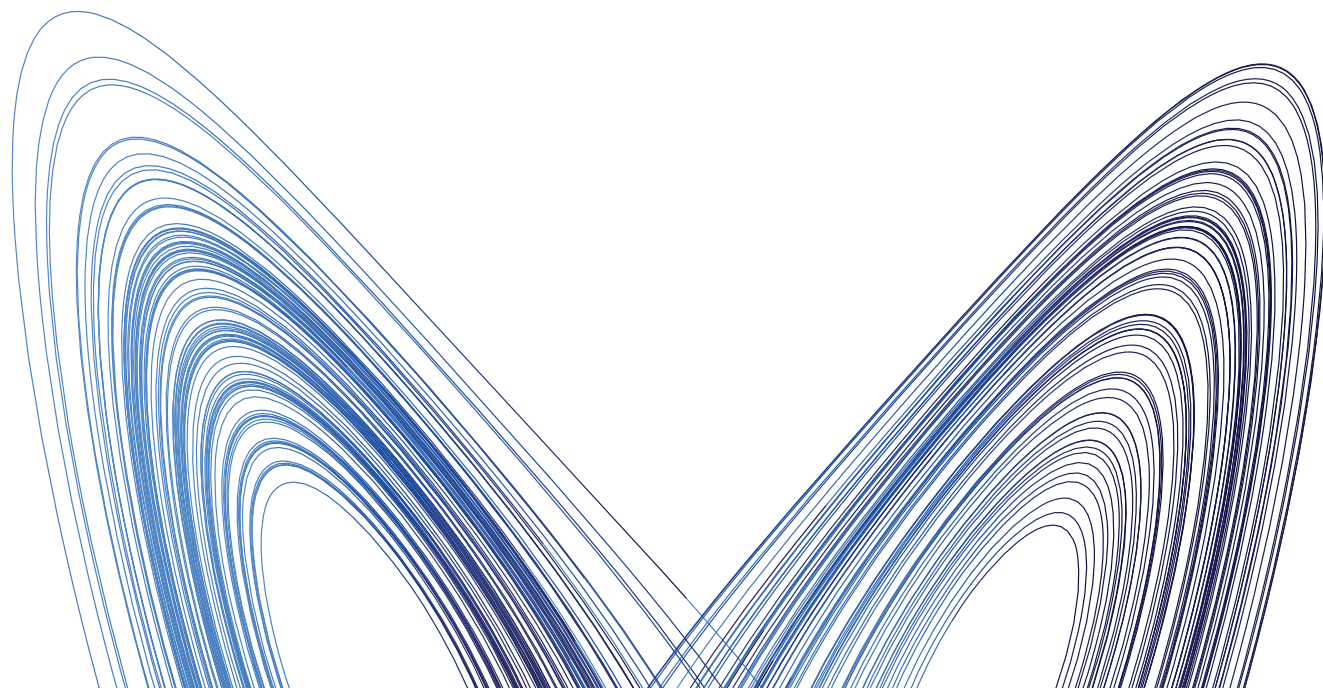
Un paradigma puede ser definido por:

** La promoción/selección de los conceptos maestros de la inteligibilidad. Así el Orden de las concepciones deterministas, la Materia en las concepciones materialistas, el Espíritu en las concepciones espirituales, la Estructura en las concepciones estructuralistas son los conceptos maestros seleccionados/seleccionantes que excluyen o subordinan los conceptos que les son antinómicos [...] De este modo, el nivel paradigmático es el del principio de selección de las ideas que están integradas en el discurso o en la teoría o que son apartadas y rechazadas.*

**La determinación de las operaciones lógicas maestras. El paradigma está oculto bajo la lógica y selecciona las operaciones lógicas que se vuelven a la vez preponderantes, pertinentes y evidentes bajo su imperio (exclusión-inclusión, disyunción-conjunción, implicación-negación). [...] ...da a los discursos y a las teorías que controla las características de necesidad y verdad. Por su prescripción y proscripción, el paradigma funda el axioma y se expresa en el axioma."*¹¹

Y tomar este hecho en consideración lleva al planteamiento de si, a pesar de ello, se puede detectar una serie de indicadores sobre los que operar y manifestar así una actitud verdaderamente prospectiva. ¿Puede haber indicios que marquen el surgimiento de esta iniciativa frente a otras? En todo intento por alcanzar con las investigaciones ese "Bien" que enunciaba Aristóteles, hay una inquietud y una curiosidad subyacentes. Una necesidad de cambiar las cosas para mejor. La prospectiva no es un método cuantitativo, no hay indicadores numéricos que nos dirijan a ella, es ese inconformismo latente su *leit-motiv*, seamos conscientes de ella o no, lógicamente. Cabría considerar que la prospectiva siempre ha estado presente, pero no se le ha prestado la atención adecuada, es inherente a la capacidad humana de aprender, una cualidad epistemológica de aprender del error y copiar el éxito, de cambiar las cosas. **Cambiar**, entendida ésta como adaptarse a cada época.

11. MORIN, Edgar. *Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro*. Santillana. París, 1999.



ca, circunstancia y cultura, a la versatilidad del momento; aquello que supone el verdadero motor de la prospectiva.

Sin embargo, la prospectiva como metodología sí que dispone de una serie de herramientas y factores que se han detectado y que conviene señalar. No son meros recursos intuitivos, sino que aportan un verdadero valor añadido y que manejan grandes dosis de incertidumbre. Algunas de éstas herramientas, bien asimiladas, manejan técnicas que requieren un entendimiento holista de los retos a los que hacer frente; son un hallazgo importante y operativo para la construcción de una metodología potente para el proyecto.

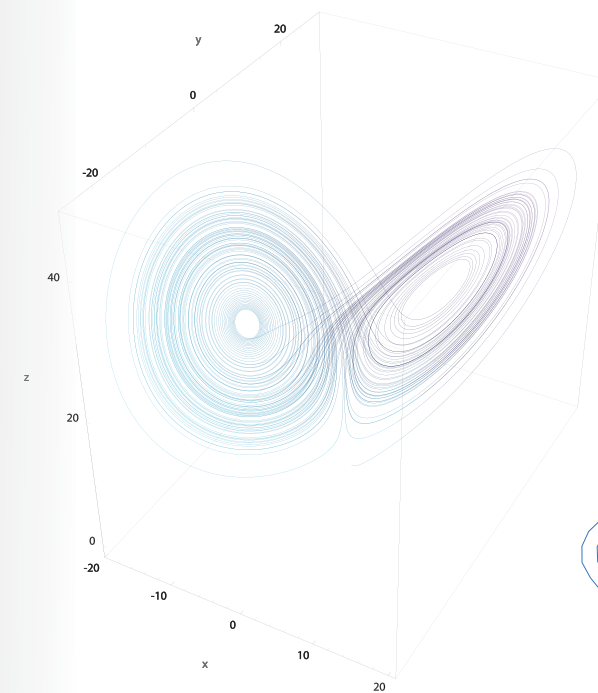
El efecto mariposa

Más que una herramienta, este concepto es un factor, un concepto derivado del principio de indeterminación. Surge del campo teórico de la Física. El efecto mariposa manifiesta que en un determinado sistema cualquiera, una pequeña modificación de las condiciones iniciales conocidas, puede suponer alteraciones y transformaciones importantes del sistema en etapas posteriores. Maneja de forma exclusiva el cambio de escalabilidad en el impacto sobre el orden/caos de un sistema a niveles escalares superiores. Es una síntesis clara de la relación causa-efecto, o bien, acción-consecuencia.

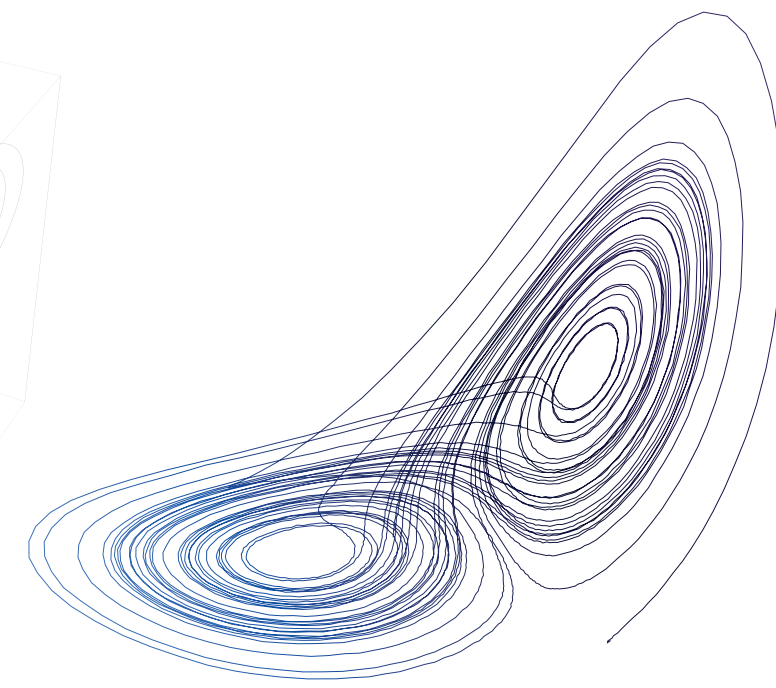
Desde un punto de vista más teórico, hace alusión al pesimista concepto de entropía, según escriben Ricard V. Soler y Susanna C. Manrubia:

"La entropía crece sin cesar. El segundo principio de la termodinámica predice el decaimiento de todas las estructuras con el tiempo. Lo ordenado dejará de serlo, tarde o temprano, dando paso al desorden. [...] a

El efecto mariposa debe su nombre a este modelo de aproximación meteorológico denominado "atractor de Lorenz", por su similitud formal a las alas de una mariposa.



Muestras de cómo una pequeña variación de las condiciones iniciales, configura itinerarios del atractor diferentes.



nuestro alrededor se agitan miles de sistemas complejos..."¹²

Lleva implícito el concepto de tiempo como devenir y manifiesta la tendencia al desorden. Cabe puntualizar que se habla de 'desorden' y no de 'caos', ya que los deterministas apuntan a que por mucho desorden que haya, siempre hay un orden superior que no alcanzamos a entender y que define el estado del sistema en cuestión a lo largo del tiempo. Se aprecia que aquí se retomaría un cauce cuantitativo, puramente predecible por la ciencia. Más adelante se explica cómo esta concepción de los sistemas falla estrepitosamente con la intervención de otros factores.

Su nombre viene asociado posiblemente al proverbio chino:

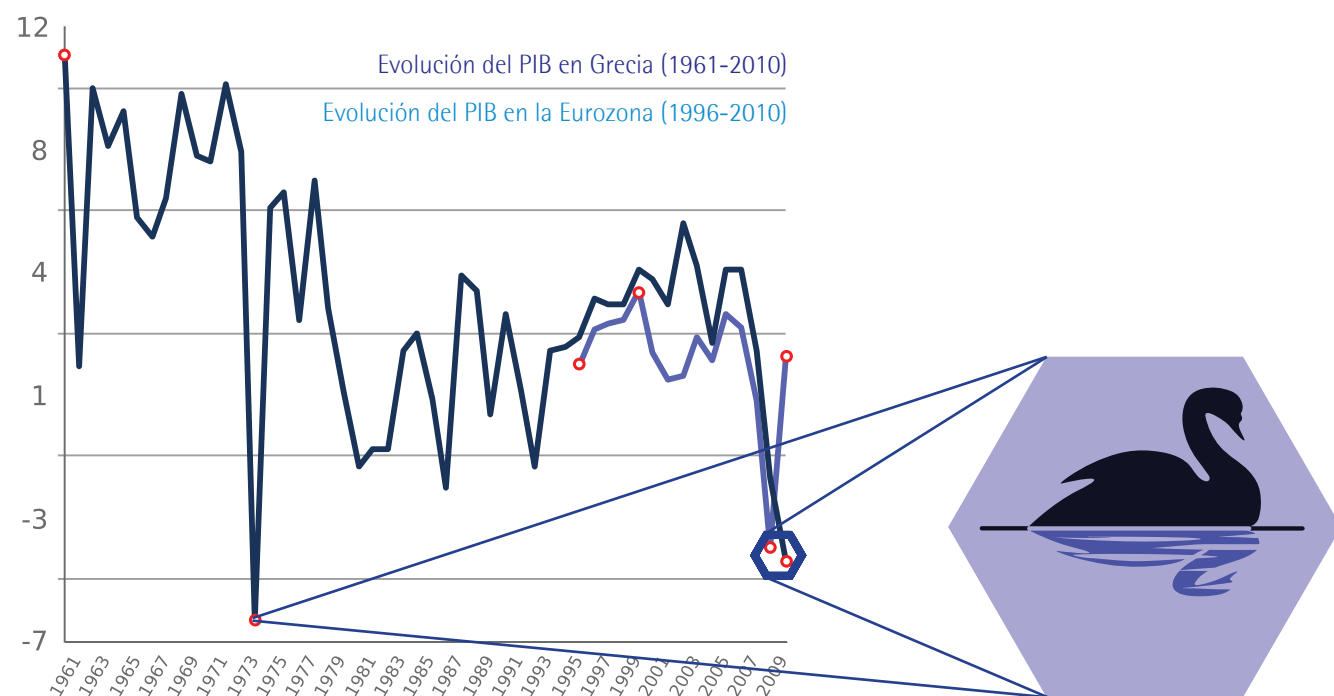
"El aleteo de las alas de una mariposa se puede sentir al otro lado del mundo"

O su derivado:

"El aleteo de las alas de una mariposa puede provocar un tsunami al otro lado del mundo"

Que como puede verse manifiestan claramente la condición de que una causa (el aleteo) puede tener unas consecuencias muy amplificadas escalarmente (tsunami) en otra parte del sistema (mundo). Tiene su origen en el resultado obtenido por el matemático y meteorólogo Edward Lorenz en su intento de predecir mediante un modelo la predicción del clima atmosférico; **diagrama o atractor de Lorenz**. Su utilidad se ve más claramente bajo el enfoque del pensamiento negativo que más adelante veremos (véase página 91), pero que deja claro que pequeñas acciones no previstas devienen en grandes consecuencias e impactos a posteriori.

12. V. SOLÉ, Ricard y C. MANRUBIA, Susanna. *Orden y caos en sistemas complejos. Fundamentos*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Ediciones UPC, 2001. ISBN: 84-8301-491-2.



Los Cisnes Negros

Éstos son otro argumento que sirve como factor de definición de la metodología prospectiva. Incorpora en su definición el efecto mariposa pero no se estructura a partir de la escalabilidad de la relación causa-efecto, sino que es el impacto de la incertidumbre, la causa fundamental en sí misma de grandes alteraciones en un sistema en cualquier momento, estado y escala del mismo.

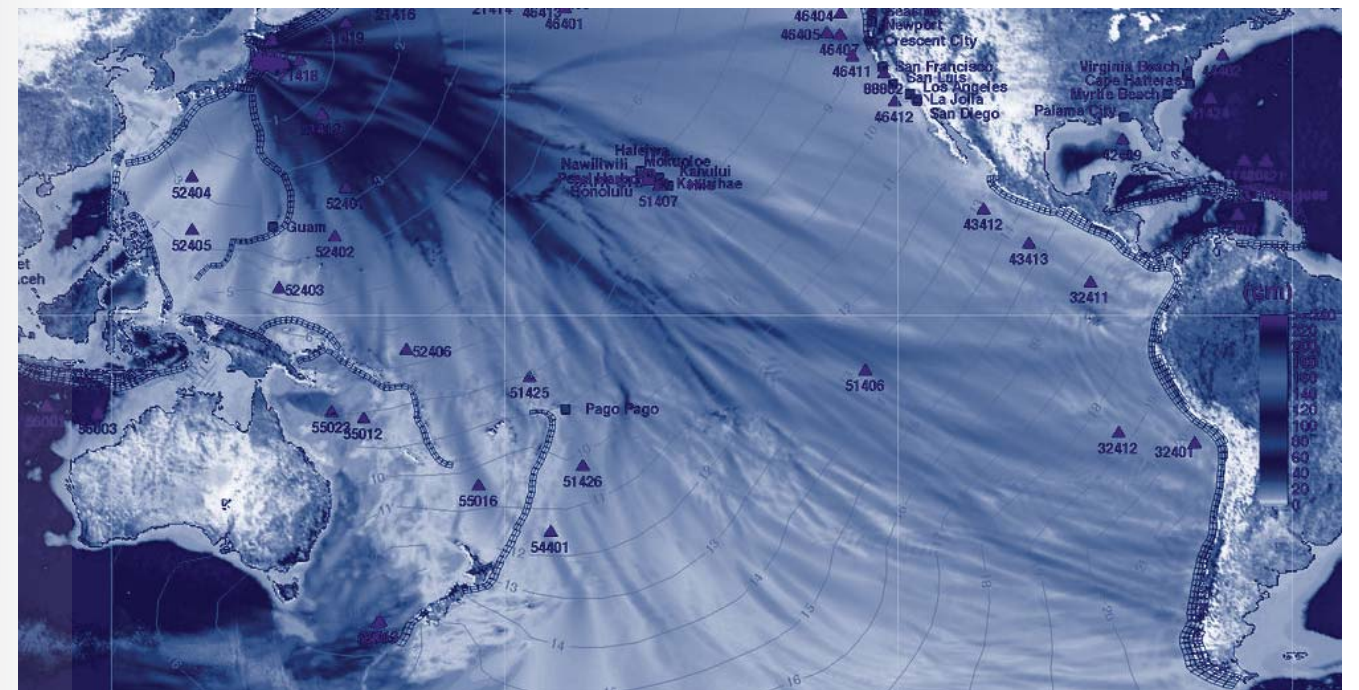
Los Cisnes Negros son fenómenos que dada su alta improbabilidad no son tenidos en cuenta estadísticamente, pero que una vez tienen lugar, sus consecuencias tienen un impacto muy grande (generalmente en su sentido más peyorativo o nefasto, aunque el término se vincula a ambos sentidos, bueno o malo). Son los fenómenos más temidos, ya que sus implicaciones suponen un enorme esfuerzo de readaptación, consolidación y corrección; requiriendo muchos recursos y derivando en múltiples problemas derivados de toda índole. Un ejemplo claro podemos verlo en la coyuntura económica actual fruto de unas operaciones de riesgo que han generado un efecto mariposa, cuando menos deleznable, en la cotidianidad de gran parte de la población a escala mundial.

Se denomina Teoría del Cisne Negro o Teoría de los Eventos del Cisne Negro, según la definición de Nassim Nicholas Taleb citada en Wikipedia, y que surgió para explicar:

"El desproporcionado papel de alto impacto, difícil de predecir, y los eventos extraños que están fuera del ámbito de las expectativas normales de la historia, la ciencia, las finanzas y la tecnología.

La no computabilidad de la probabilidad de los eventos raros consecuentes utilizando métodos científicos (debido a la naturaleza misma de las probabilidades pequeñas).

Comparativa escalar de los efectos de un evento tipo Cisne Negro en el PIB de Grecia y Europa conjuntamente: modelos de impacto de una crisis energética y una económica.



Mapa de alturas de propagación del tsunami a consecuencia del terremoto de 9.0° en la escala de Richter el 11 de Marzo de 2.011 en Japón. Este tipo de eventos también son considerados como Cisnes Negros en la Teoría de Catástrofes.

Los sesgos psicológicos que hacen a las personas individual y colectivamente ciegas a la incertidumbre e inconscientes al rol masivo del evento extraño en los asuntos históricos. " 13

Son eventos accidentales (por su condición de sorpresa y desconocimiento previo) que una vez producidos son analizados y estudiados por retrospectiva. Su alto impacto es motivo de estudio para evitar su aparición a posteriori. En la misma línea pero de manera constructiva, se encuentran los momentos "eureka", en los que un desarrollo técnico, tecnológico o un conocimiento, supone una transformación a gran escala, como por ejemplo la informática.

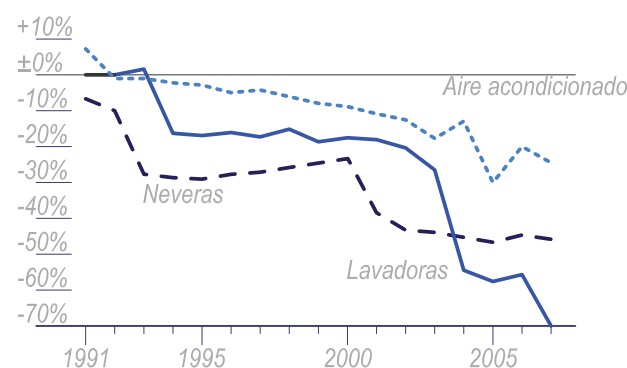
La prospectiva debe contar en todo momento con que van a continuar produciéndose eventos singulares considerados como Cisnes Negros que van a suponer una alteración mucho más protagonista que la enorme regularidad probabilista. Suele vincularse al desarrollo de escenarios de futuro apocalípticos (propios de la ciencia ficción) y al planteamiento de hipótesis por parte de la Teoría de catástrofes, para tratar de anticipar estos escenarios y gestionar modelos de respuesta eficaces con carácter preventivo.

La paradoja de Jevons

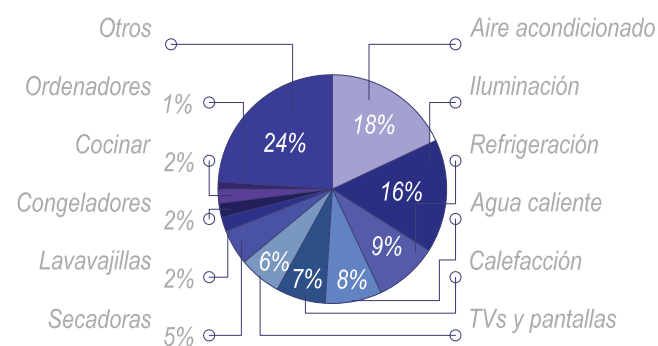
También conocida como "el efecto rebote" es una de las primeras herramientas que podemos definir para complementar el avance de una metodología prospectiva. Es la constitución de la controversia como causa de la incertidumbre o imprevisibilidad de determinadas consecuencias. Aunque no menciona un problema propio de la escalabilidad, lo cierto es que ésta sí que tiene cierto peso en su postulación.

13. http://es.wikipedia.org/wiki/Teoría_del_cisne_negro

01 Muchos aparatos son más eficientes energéticamente...



02 ...pero los hogares tienen más dispositivos que antes...



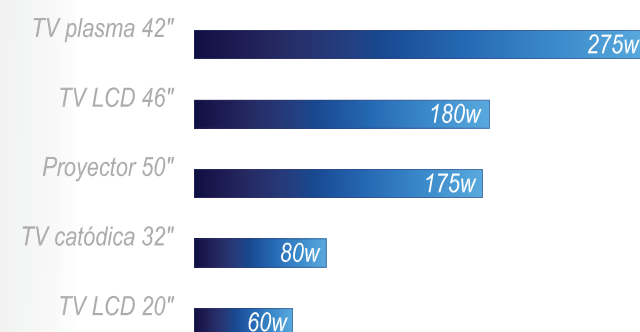
Aquí se muestra un ejemplo de aplicación de la Paradoja de Jevons con datos reales de consumo eléctrico y el uso de nuevos dispositivos más eficientes.

La paradoja de Jevons debe su nombre a su descubridor William Stanley Jevons, y se estructura bajo el corolario de que toda mejora en la eficiencia unitaria del empleo de un recurso, supone una disminución del consumo instantáneo pero incrementa el uso del modelo que provoca un incremento del consumo global. Aunque este corolario corre el peligro de ser extrapolado a otros contextos a modo de silogismos funcionales que nada tienen que ver, por poner un ejemplo: imaginemos que se desarrolla una pieza tecnológicamente avanzada para su colocación en el revestimiento de fachadas en la edificación que permite abastecer de forma autónoma al edificio de la energía de consumo necesaria para ser autosuficiente; los residentes no tienen que destinar una partida económica a este gasto y la red general eléctrica no requiere consumir tantos recursos para desplazar la corriente hasta ese punto. Por tanto, el dinero de la familia puede destinarse a actividades de ocio que generalmente requieren el empleo de otro tipo de recursos y mayores consumos que en suma perjudican más que la situación inicial inversa en la que no hubiésemos empleado esta pieza eficaz en el edificio.

Como puede verse son silogismos complejos y aparentemente rebuscados pero que estudiados con rigor pueden arrojar "verdades incómodas" como bien retratan Al Goore en "Una verdad incómoda", o Edward Burtynsky y Jennifer Baichwal en "Manufactured landscapes". La paradoja de Jevons procede de un ámbito más económico sobre la gestión de recursos y los impactos tanto en éstos como en el sistema económico. Se debe recurrir entonces a principios de simplificación de estos silogismos para intentar evitarlos en la medida de lo posible, pero reconociendo que las actuaciones individuales por mejorar un sistema (o volverlo más eficaz), pueden provocar consecuencias completamente inversas o contraproducentes a las esperadas. He aquí la verdadera controversia.

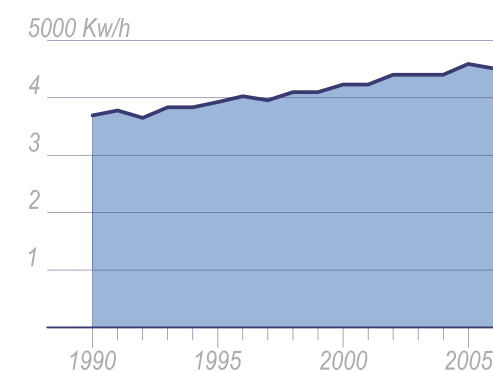
La paradoja de Jevons debe emplearse para estudiar fenómenos de propagación

03 ...y las nuevas TV consumen mucho más...



Fuentes: Agencia Internacional de la Energía, The New York Times

04 ...lo que provoca un incremento del consumo energético



de consecuencias, ya que es allí donde muestra signos de verdadera operatividad, para identificar cambios en áreas aparentemente no vinculadas con el sistema planteado inicialmente. Uno de los campos que más se han desarrollado en este sentido es el de la "huella del carbono" y que continua regulándose en congresos internacionales, en favor de las referencias aportadas por la eMergia y su consenso sobre la explotación de recursos finitos respaldados por la mayoría de países. Una mezcla de intereses, políticas, economías y recursos que encuentran en el consumo su modelo ideal de supervivencia y que bien define Annie Leonard en "La historia de las cosas".

La navaja de Ockham

Éste es un factor de simplificación sin llegar a la reducción al absurdo, ayuda en la elección y toma de decisión frente a bifurcaciones homólogas. No es un método propiamente dicho, ni posee ninguna característica científica, pero sirve como base o criterio para plantearse muy bien la elección frente a dos estados con alto grado de similitud. Así, el principio enuncia que:

"En igualdad de condiciones, la solución más sencilla tiende a ser la correcta" (a lo que el propio Ockham añade) "La explicación más simple y suficiente es la más probable, mas no necesariamente la verdadera."

Esto choca con los conceptos de sistemas complejos e incremento exponencial de variables, pero resulta muy útil cuando frente a dos planteamientos similares, uno de ellos corre el riesgo de dispersarse más de lo necesario. Por eso, conviene tener presente esa puntualidad de "explicación más simple y suficiente". Aquí se vuelve de nuevo al tema del límite en el trabajo con la incertidumbre, y a la incomodidad de trabajar a tientas con una



amalgama creciente de fenómenos; motivo principal del rechazo a los sistemas holistas, ya que nuestra falta de conocimiento en el manejo de estos sistemas nos lleva, de forma casi automática, a generalizaciones excesivas y la búsqueda del fundamento último y primero de la fenomenología estudiada. Así lo comunica Martin Heidegger:

*"Nihil est sine ratione. Nada es sin fundamento. Nada, cosa que aquí quiere decir que, de todo aquello que es de alguna manera, no hay nada que sea sin fundamento. Lo que en esta versión de la proposición del fundamento llama enseguida la atención es que contiene dos negaciones: Nihil - sine: nada- sin. La doble negación arroja una afirmación: nada de lo que es, de cualquier manera que sea, es sin fundamento. Esto quiere decir: todo aquello que es, cada ente que es de alguna manera concreta, tiene un fundamento."*¹⁴

Se debe encontrar el mayor mínimo necesario y suficiente para poder trabajar con el sistema complejo. Se deduce de este principio una regla que ha sido profusamente empleada en la actividad científica desde su postulación: *Cuando dos o más explicaciones se ofrecen para un fenómeno, la explicación completa más simple es preferible*; es decir, no deben multiplicarse las entidades sin necesidad. Puede verse que son indicadores de la operatividad en el manejo de la complejidad y la incertidumbre, que en ningún caso excluye a éstas como resoluciones más correctas. Debería plantearse el añadir *"ante la falta de datos o entidades relevantes que corroboren la pertinencia de alguno de los dos sistemas puestos en comparación"* entonces sí, recurrir a la solución más sencilla. Esto está muy vinculado al Problema del viajante conocido como TSP por sus siglas en inglés (Travelling Salesman Problem) o a la Integración de caminos de Feynman, y por ende, aún hoy sigue siendo tema de debate acerca de la definición de simplicidad, idoneidad y complejidad.

14. HEIDEGGER, Martin. *La proposición del fundamento*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Ediciones del Serbal, 1991. ISBN: 84-7628-079-3

En igualdad de condiciones, en este caso para el uso de una botella, el incremento de entidades (o aumento de la complicación en su morfología), permite considerar la otra botella como candidata principal al modelo de recipiente más idóneo.



Ley de Murphy/Finagle

Puede resultar cómico este apartado por la convención empleada en torno a su uso socialmente, pero constituye una herramienta muy útil de carácter preventivo que merece su consideración. La conocida como Ley de Murphy engloba, en principio, de forma pesimista, todo un conjunto de infortunios, desavenencias y resultados vituperantes, asociados al desarrollo de cualquier actividad iniciada por cualquier individuo. No tiene las propiedades de una teoría propiamente dicha, ni tampoco la pretensión por alcanzarlas, pero se transmite fácilmente y de ahí su asombrosa capacidad de ser asimilada y entendida. Ésta se enuncia de la siguiente manera:

"Si algo puede salir mal, saldrá mal."

Independientemente del origen de su formulación, lo que sí que manifiesta (si modificamos su toque pesimista) es que *"Todo lo que puede suceder, sucede"*. Es decir, todo aquello que puede tener cabida, podrá tener lugar. Ante esta afirmación, lo que se deduce es que pueden pasar cosas ante las que estamos en contra o que debemos evitar. Por tanto, despliega una batería de supuestos casos a evitar; una anticipación a lo que tiene cabida en el fenómeno, al suceso, para adoptar una postura preventiva. Prestar atención, comprender el ente de estudio y buscar todo punto débil, porque éste determinará la fortaleza del conjunto. La enfatización de lo negativo tiene su origen en el impacto o consecuencias que derivan de ello y que por ende, mejor recordamos.

La base de esta ley tiene origen en la expresión de la Ley de Finagle:

"Algo que pueda ir mal, irá mal en el peor momento posible."

Sin embargo, la perífrasis no es tan sencilla como en el caso de la Ley de Murphy y de ahí que no se haya extendido tanto. Más allá de ser un estamento condicional, éste se enfoca aún más hacia el futuro, y además, incorpora una conjunción fenomenológica más pesimista que su expresión pareja. Lo que se debe extraer aquí es la necesidad imperiosa de cautela en el trabajo con la incertidumbre. Los Eventos del Cisne Negro pueden aparecer de forma imprevista en cualquier momento, conviene siempre tener ojo avizor. No son más que formas de declarar y justificar operativamente una Ley de las Consecuencias imprevistas.

Ley de Sturgeon

Esta última herramienta también parece resultar superflua si no fuera por dos aportaciones que son, cuando menos, significativas. La Ley de Sturgeon puede describirse de la siguiente manera:

"Nada es siempre así en todo"

Más que una ley es un juicio paralelo al principio de incertidumbre de Heisenberg en el sentido de que nada cumple unas leyes de la misma forma de manera indefinida. Es la formulación del cambio constante. El planteamiento se constituye como introducción a la Revelación de Sturgeon que dicta que: «el noventa por ciento de todo es basura», un derivado del Principio de Pareto que incorpora de éste una regla de optimización/distribución y por otro la crítica.

Esta ley es un principio en el que no se debe dar nada por sentado. Alude a nuestros sesgos cognitivos y nuestras cegueras paradigmáticas, en una revisión casi constante de nuestra actitud crítica y la autocrítica con el trabajo realizado. Es una de las herramientas más potentes que puede emplearse en toda actividad, y que se fundamenta básicamente en una propensión cualitativa en la que los 'cómos' y los 'porqués' vinculan el estudio fenomenológico con el propio investigador/observador.

El pensamiento negativo y su aplicación a la prospectiva: la crítica

Para comenzar este apartado se establece una reflexión de María Victoria Gutiérrez Gitiuán en relación a la prospectiva como método:

"El "método (del método)", el conocimiento activo y sus ciclos de conocer se sitúan en proximidad al pensamiento prospectivo. El método y el conocimiento participan de la capacidad de previsión, de "simulación" en cuanto construcción de futuribles, en cuanto proyecto sobre la realidad, anticipación, formulación de hipótesis, de relaciones, génesis y desarrollo morfológico, producción de objetos, búsqueda de objetivos, etc... La facultad de abstracción por la que el pensamiento opera lógicamente, con la de enunciación y designación que le permiten sustituir "mentalmente" los objetos y seres de la realidad, las acciones y sus posibles resultados; la imaginación con la que podemos representar situaciones conocidas (elementos, relaciones y conductas) y aventurar las desconocidas, con presuposición de actitudes, interacciones, emociones y comportamientos en juego, son todas ellas (abstracción, enunciación-designación e imaginación) facultades eminentemente prospectivas." ¹⁵

"El hecho de que una opinión la comparta mucha gente no es prueba concluyente de que no sea completamente absurda."
Bertrand Russell

Se habla de facultades propias de la prospectiva, pero no se menciona un aspecto fundamental que está detrás de la "capacidad de previsión" que se comenta: la evasión. Evitar es la acción predominante de cara al futuro. Prevenir enmascara ese afán por sortear los reveses que puedan devenir. Es una característica propia del pensamiento negativo. Éste no se fundamenta en dictaminar cómo debe ser una fenomenología determinada, si no en su condición opuesta, cómo no debería acontecer. Más allá de alarmismos, el futuro es una crítica desde el pensamiento negativo a nuestro presente. Un presente que debe adoptar de inmediato medidas para construir ese futuro. A este respecto Félix Guattari escribe:

"En adelante, lo que estará a la orden del día es la liberación de campos de virtualidad «futuristas» y «constructivistas». El inconsciente sólo permanece aferrado a fijaciones arcaicas en la medida en que ningún comportamiento tire de él hacia el futuro. Esta tensión existencial se realizará por medio de temporalidades humanas y no humanas. Por estas últimas entiendo el despliegamiento o, si se quiere, el despliegue, de devenires animales, de devenires vegetales, cósmicos, pero también de devenires maquínicos, correlativos de la aceleración de las revoluciones tecnológicas

15. GUTIÉRREZ GUITIÁN, María Victoria. *Composición arquitectónica. Teoría, prospectiva, aprendizaje*. 1ª Edición. Madrid: Ed. Universidad Politécnica de Madrid, 1984. ISBN: 84-86189-05-5

e informáticas.

[...] En el futuro, el problema ya no sólo será la defensa de la naturaleza, sino una ofensiva para reparar el pulmón amazónico, para re-floreecer el Sahara. La creación de nuevas especies vivientes, vegetales y animales, pertenece ineluctablemente a nuestro horizonte y hace urgente no sólo la adopción de una ética ecosófica adaptada a esta situación a la vez terrorífica y fascinante, sino también una política focalizada en el destino de la humanidad." ¹⁶

Queda patente en toda concepción y modalidad de futuro, e inevitablemente, en la mayoría de casos, que se huye hacia adelante y se plantea siempre un contexto mejorado que el presente, un cambio que evite seguir con lo mismo, que minimice los problemas, que resuelva las inquietudes,... Además, el pensamiento negativo no es excluyente de una concepción holista, como refleja ésta según el Principio de Pascal:

"Todas las cosas siendo causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas y todas sostenidas por una unión natural e insensible que liga las más alejadas y las más diferentes, creo imposible conocer las partes sin conocer el todo y tampoco conocer el todo sin conocer particularmente las partes."

Pero conocer partes y todo tampoco se interpreta única y exclusivamente desde una panóptica visión cuantitativa, es a la vez cualitativa. El inconveniente está en quedarse en una mera descripción de lo que hay y lo que es. Sin valorar, sin emitir juicio, mudo cual silencio. Martin Heidegger anuncia "el total olvido de la metafísica por el problema del sentido del ser", aspecto que el pensador ya había desarrollado en *Ser y Tiempo*, pero que antecede a lo que será *Introducción a la metafísica* de 1935, donde la connotación de metafísica, pasa a conformar lo que como se señala, Holzapfel ha denominado como un 'pensamiento negativo'. Pedro Salinas Quintana apunta:

"Si los argumentos de Nietzsche, tienen la potencia de hacer tambalear la estructura del conocimiento lógico-positivista, tal como la hemos conocido desde el siglo XVII en adelante, es con Heidegger con quien el martillo de la negatividad se vuelve a empuñar para dar una embestida definitiva contra el muro del conocimiento anclado en la lógica de la objetividad." ¹⁷

Y en relación a la importancia y operatividad del pensamiento negativo en la concepción del mundo, añade:

16. GUATTARI, Félix. *Las tres ecologías*. 2ª Edición. Valencia: Ed. Galilée, 1996. ISBN: 84-87101-29-1
17. SALINAS QUINTANA, Pedro. *La continuidad de pensamiento Nietzsche-Heidegger y el complejo nihilístico de Occidente*. (<http://psicologiadelarte.com/2013/04/la-continuidad-de-pensamiento-nietzsche-heidegger-y-el-complejo-nihilistico-de-occidente/>)

"Potencia que hay que controlar"
"Potencia que hay que poner en orden."
Bruno Latour

"Retomando la idea de Nietzsche de aquellas potencias terribles que constantemente acometen al hombre, quien en busca de amparo y seguridad, aun cuando no de verdad, colabora en la construcción de la torre de la ciencia, donde también habita el arte y la religión para darle un sentido de mundo, antidotos contra la ansiedad y la angustia. Potencias terribles que se oponen a la "verdad" científica "verdades" muy diferentes, provistas de muy diversos emblemas, quizás no son tales. Pues en cuanto el hombre necesitado de seguridad, las pudiera categorizar, describir y taxonomizar, en ese mismo momento, con la misma propiedad, pudiera negarlas o transformarlas para ser incluidas en su fortaleza. Pero si ese hombre, buscador de certeza, se alza sobre lo construido, en busca de la amenaza, aun hasta la más alta torre y mirara a la distancia, probablemente, no terminaría encontrando nada que le resultara familiar, por que en definitiva todo conocimiento racional, para bien y para mal, es esencial y condenadamente humano." ¹⁸

Su aplicación a la prospectiva es instantánea y casi directa. Esas "potencias terribles" que describe Salinas Quintana, son la fenomenología a evitar, esa que debe quedar excluida de su continuidad, que debe ser cambiada; una acción que requiere un posicionamiento y un juicio propios, una crítica. Sin embargo, la crítica es un mecanismo para la emisión de un juicio con discernimiento, y por ende, no toda crítica es igualmente operativa en el marco que estamos desarrollando aquí. El interés radica en que ésta suponga una herramienta completamente operativa y funcional para el desarrollo tanto de pensamientos como de acciones y estudios, un mecanismo para la revisión continua del ejercicio elaborado y cuyo máximo representante es la crítica constructiva. Según una definición genérica de ésta tenemos que:

"La crítica constructiva es la que propone nuevas soluciones a los problemas o defectos que se expongan en la crítica.
Como criterio general, la crítica constructiva debe estar basada en una observación objetiva de un equipo o individuo cuyo comportamiento se desvía del estándar o del proceso.
La motivación para dar a conocer esta opinión debe ser el bien común y la prevención de problemas potenciales.
La crítica se debe dar a conocer al mismo equipo o individuo en donde se detecta el área de oportunidad, o a su jefe directo.
Utilizar la crítica constructiva puede tener efectos muy positivos en un equipo de trabajo o en cualquier grupo de personas que se reúnen por un objetivo común. Sin embargo, será indispensable que el que reciba la crítica no lo vea como algo personal, sino como algo que beneficiará

18. Íbidem pág. 92

*al equipo de trabajo. Asimismo, para que pueda funcionar exitosamente, se requerirá por parte de los individuos involucrados entre otros: altura intelectual, visión de la problemática actual y futura, des-personalización, unidad de dirección y humildad por parte de todos los involucrados. La crítica constructiva es además una forma de criticar el trabajo de otros.”*¹⁹

La crítica constructiva puede surgir de una crítica sobre el estado de las cosas, del contexto en sí, pero siempre debe tener como fin ese bien común o esa prevención que la prospectiva se encarga de focalizar. Consiste pues en propiciar una respuesta frente al análisis del presente, de nuestro parecer ante un determinado estado de las cosas, de ser ante todo pragmáticos con nuestra planificación del devenir.

La disciplina arquitectónica, por su componente social y antropológico no debe olvidar este tipo de aproximaciones. Se vuelve con esto a lo ya comentado anteriormente cuando se explicaba el hecho de “aprender del fracaso” (véase página 58), de evitar caer en los mismos errores o de minimizar el impacto que los Eventos del Cisne Negro puedan ocasionar en las diversas fenomenologías de estudio, en el devenir de nuestro presente. Una herramienta indispensable en el proyecto arquitectónico que gestiona la **sinergia** entre polimatía, prospectiva, transdisciplinariedad y pensamiento negativo. Y conviene destacar de nuevo en considerar el pensamiento negativo, no como una visión peyorativa, sino bajo un enfoque optimista y esperanzador, de cambio y oportunidades, de retos e ilusiones, concentrándose siempre en imaginar la mejor alternativa posible.

*“Hay que trabajar, trabajar...trabajar
y ayudar al que lo merece. Trabajar
aunque a veces piense uno que realiza
un esfuerzo inútil. Trabajar como una
forma de protesta. Porque el impul-
so de uno sería gritar todos los días
al despertar en un mundo lleno de
injusticias y miserias de todo orden:
¡Protesto! ¡Protesto! ¡Protesto!”
Federico García Lorca*

19. <http://es.wikipedia.org/wiki/Critica>

TERCERA PARTE

REDES COLABORATIVAS, INTELIGENCIA COLECTIVA Y PROSPECTIVA APLICADA

Incertidumbre y sociedad líquida

EL sociólogo, filósofo y ensayista polaco Zygmunt Bauman es el autor del concepto de "modernidad líquida" para definir el estado fluido y volátil de la actual sociedad, la cual carece de valores suficientemente sólidos, y en la que la incertidumbre, por la vertiginosa rapidez de los cambios, ha debilitado los vínculos humanos. Lo que antes eran nexos potentes ahora se han convertido en lazos provisionales y frágiles. Las estructuras de las relaciones sociales se han fragmentado y diversificado, aunque siempre han estado presentes, pero es la corta durabilidad de estas relaciones interpersonales la que es motivo de análisis. Aquí sí cobra fuerza la Ley de Sturgeon pero a una celeridad generalizada, supuestamente, no vista con anterioridad.

La 'sociedad líquida', considera que ser flexible es una virtud, con pretensiones de inducir a la política a transformarse a sí misma para no verse amenazada por una inteligencia colectiva cada vez más especializada y un individualismo del 'sálvese quien pueda'. Cuidado con que todo esto no se limite a ser un espectáculo efímero en el que la sensación y el cortoplacismo anulen al pensamiento. Vivimos en una sociedad cada vez mejor formada, pero a la vez necesitada con urgencia de unos valores alternativos más fuertes; una sociedad cada vez más complicada (que no compleja) y más híbrida, pero con los mismos problemas cíclicos que retornan una y otra vez con cada época.

Somos conscientes de que nunca antes en la historia, había habido tanta información, y por ende, tanta manipulación a gran escala. Con este nivel de derivas, aumenta la incertidumbre sobre la veracidad o no de la información a la que se accede. Todo es cuestionable, todo es falso hasta que no se demuestre lo contrario. Sólo resulta más verdadero lo que se experimenta en cada momento, la vivencia personal, y aún así ésta está alterada mediante las nuevas tecnologías. La celeridad en las transformaciones que brinda la tecnología supera con creces nuestra capacidad para asimilarla. Cada vez más, los campos del conocimiento se especializan y se tornan opacos, las nuevas cajas negras epistemológicas que evitan la transversalidad entre ellas. Volviendo complicado un sistema y codificándolo en un sinfín de teorías extremadamente específicas, se consigue esa especialización, sólo al alcance de aquellos versados en semejante amalgama. Este mecanismo permite distribuir mayor cantidad de conocimientos (por superfluos que puedan resultar) en un colectivo reducido de personas, y garantiza una serie de mecanismos subyacentes de continuidad de modelos que no ha lugar aquí desarrollar.

Del mismo modo, esa volatilidad que caracteriza la inestabilidad de nuestros hábitos de pensamiento, también favorece la aparición de otras respuestas a esta especializa-

ción, una especie de noosfera mucho más flexible, coetánea y simultánea, y que encuentra en las nuevas tecnologías su gran apoyo, una sociedad del conocimiento, una visión mucho más optimista del contexto en el que nos movemos. Según la UNESCO, la sociedad del conocimiento (o sociedades del saber) se define como:

*"El concepto pluralista de sociedades del conocimiento va más allá de la sociedad de la información ya que apunta a transformaciones sociales, culturales y económicas en apoyo al desarrollo sustentable. Los pilares de las sociedades del conocimiento son el acceso a la información para todos, la libertad de expresión y la diversidad lingüística."*¹

Sin embargo, no se debería interpretar que el concepto sociedad del conocimiento describe una sociedad como la actual. Este concepto es más bien la formulación de una utopía, descrita como una etapa posterior a la era de la información, y a la que se llegaría utilizando tanto los medios tecnológicos, como la instrucción o educación universal y la humanización de las sociedades actuales. La instrucción de las sociedades debería realizarse, enfocándose en las técnicas y criterios para tratar la información disponible con discernimiento y espíritu crítico. En este sentido encontramos el término alemán *Zeitgeist* que se define como:

*"Es un término que se refiere a los caracteres distintivos de las personas que se extienden en una o más generaciones posteriores que, a pesar de las diferencias de edad y el entorno socio-económico, una visión global prevalece para ese particular período de la progresión socio-cultural. Zeitgeist es la experiencia de un clima cultural dominante que define, particularmente en el pensamiento hegeliano, una era en la progresión dialéctica de una persona o el mundo entero. La contribución principal de Hegel a la formulación del concepto de Volksgeist ("espíritu del pueblo") es la atribución de un carácter histórico al concepto."*²

Puede verse así una voluntad de alcanzar una heurística aristotélica que persigue ese Bien común, ese avance del conocimiento, esos valores que abogan por el progreso de uno mismo gracias a su aportación al conjunto y no un 'sálvese quien pueda' como se comentaba al principio de este apartado. Es también el reclamo hacia una actitud más altruista en beneficio de todos, una apertura de los modelos, la incubadora de los conceptos Open... (...Abierto), DIY (*Do It Yourself*, hazlo tú mismo), DIWO (*Do It With Others*, hazlo con otros), Edupunk (HUM, Hágalo Usted Mismo),... y una larga serie de conceptos que van ganando relevancia actualmente.

"La sociedad de la información es la piedra angular de las sociedades del conocimiento."

Abdul Waheed Khan

Este tipo de actitudes no operan con fines definidos, se mueven en un estado de

1. UNESCO. *Hacia las Sociedades del Conocimiento*. Coord. Günther Cyranek (2005); <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001419/141908s.pdf>
2. <http://es.wikipedia.org/wiki/Zeitgeist>

incertidumbre elevado y que relega su operatividad casi exclusivamente a la "selección natural-social". Se pretende alcanzar un grado de versatilidad mucho más eficaz en la docencia de grado superior adaptada a las necesidades y a la calidad requerida en nuestras sociedades actuales. En relación a este modelo, Cristóbal Cobo y John W. Moravec citan:

"La universidad entre pares: abierta, continua y fuera de la institucionalidad.

Schmidt, junto con otros, impulsa un modelo de innovación en educación que es radical (no incremental). Esta iniciativa se llama Universidad Peer-to-Peer (P2PU) y recoge principios de la inteligencia distribuida adoptados por Wikipedia o el software libre, que en este caso son trasladados a la educación.

La idea es una universidad global que ofrezca contenidos abiertos, modelos de enseñanza entre pares (con grupos relativamente pequeños), programas de no más de diez semanas y la búsqueda de aprendizajes basados en proyectos y con contenidos que siempre estén al día en cuanto a las tecnologías y las demandas del sector industrial. P2PU se construye desde tres ideas clave:

"Aprendemos de todos, por todos, acerca de casi cualquier cosa."
Uno de sus principales atractivos es construir un modelo de educación informal basado en comunidades de aprendizaje. Bajo los principios de apertura, transferencia horizontal de conocimientos e inclusión, se ofrecen programas de formación gratuitos. Su filosofía es que todos sabemos algo que podemos compartir y, al mismo tiempo, la mejor forma de aprender algo es enseñándolo.

*En cuanto a la validación de conocimientos, el esquema es híbrido. Por ejemplo, en lo que atañe a la certificación de los cursos de programación web, éstos se acreditan a través de la Fundación Mozilla (conocida por su navegador Firefox), además de la creación de portafolios que evidencian la adquisición de conocimientos y habilidades relevantes en el momento de buscar un empleo (Castedo, 2010)."*³

Modelo aplicado al sistema educativo que tiene su facsímil en muchas otras áreas y cuya operatividad se ha visto potenciada extensamente. Sin embargo, trabajar con niveles altos de incertidumbre también supone ser conscientes de que no en todo momento la información de la que se dispone es fácil de manejar, o por decirlo de otro modo, regulable. Se distinguen así dos estados en la complejidad de los problemas que José Miguel Fernández Güell caracteriza así⁴:

3. COBO, Cristóbal y W. MORAVEC, John. *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2011. ISBN: 978-84-475-3518-7
4. FERNÁNDEZ GÜELL, José Miguel. *Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial*. Madrid 2011.

Complejidad regulable	Complejidad turbulenta
Existencia de reglas	Ausencia de reglas
Regularidad y continuidad en variables explicativas	Irregularidad y discontinuidad en variables explicativas
Estabilidad en su comportamiento	Inestabilidad en su comportamiento
Posibilidad de prever su evolución	Imposibilidad de realizar previsiones
Posibilidad de gestionar y reconducir las transformaciones	Imposibilidad de gestionar las transformaciones, sólo resta aprender

Un estado de turbulencia que define también de la siguiente forma:

“Los estados de turbulencia pueden producirse a partir de la emergencia de nuevas teorías científicas, la instauración de nuevos paradigmas económicos, el desarrollo de nuevas pautas de comportamiento social o la aparición de nuevos estilos de expresión y comunicación. En una situación de turbulencia no existe la posibilidad de administrar ni modificar las transformaciones; lo más que podemos hacer es aprender a vivir en el interior de ella y a comprenderla. En suma, la turbulencia incrementa de forma sustancial la incertidumbre de las previsiones territoriales y dificulta la labor del planificador.”

Esto vendría vinculado a la incertidumbre inherente a los modelos expuestos anteriormente, en especial al P2PU, ya que su continuidad y estabilidad vendrían marcadas por un alto grado de incertidumbre apoyada en la capacidad de compromiso del colectivo en su conjunto y las buenas relaciones internas, que como se comentaba al principio, hoy configuran lazos más frágiles y cambiantes. Un estado líquido de la sociedad, en régimen turbulento, que dentro de su propia aparente inestabilidad construye modelos para el manejo de la incertidumbre a su medida, un lugar donde sólo la imaginación pone los límites y aún hay mucho camino por andar.

Los *problem-solvers*: modelos de gestión participativos avanzados

Otros movimientos que han tenido un auge extraordinario en la última década han surgido como estrategia de diferenciación del resto; la creatividad al servicio del mundo empresarial abre nuevas formas de entender la flexibilidad, y la innovación frente a la asentada rigidez de determinados ámbitos; estrategias que pueden apreciarse claramente en *“Generación de modelos de negocio”* de Alexander Osterwalder e Yves Pigneur.

Estructuras como el *crowdsourcing* (realización colectiva, colaborativa y participativa de tareas) o el *crowdfunding* (financiación colectiva de proyectos) abren la puerta al trabajo de la inteligencia competitiva o empresarial (también conocida como *Business Intelligence, BI*) y al desarrollo paralelo de nuevas formas de relación, conexión y avance de conocimientos y redes participativas.

Sin duda alguna, la empresa referente en este modelo de negocio es una multinacional de la investigación y desarrollo que ha comenzado a adoptar el sistema de innovación abierta y la financiación por *crowdfunding* según el patrón de “caza-recompensas”.

Innocentive⁵, que así se llama la plataforma, funciona a través de dos perfiles principales denominados: “*seekers*” o buscadores de soluciones y “*solvers*” personas o empresas que resuelven los retos planteados por los anteriores. Y cuya filosofía de grandes cantidades económicas en premios a aquellos que consigan hallar la solución definitiva suponen un gran atractivo o [reclamo para la participación voluntaria](#).

Los *seekers* pagan por cubrir la necesidad de solventar problemas específicos, y se presupone una subdivisión del precio contratado en 2 vías: dinero destinado a premios y compensaciones, y fracción destinada a Innocentive por la organización y gestión del reto hacia los *solvers*. Como se puede apreciar en sus estadísticas, a pesar del actual contexto de coyuntura económica, siguen en completa expansión. Esto se debe a que se reduce impresionantemente el [tiempo destinado al encuentro de soluciones](#), ya que de forma interna una empresa puede tardar entre 6 y 24 meses en realizarlo por su cuenta, mientras que a través de la plataforma se tarda entre 3 y 4 días en un 30% de los casos (según el estudio realizado por Karim Lakhani) y tiene su explicación en que de entre los 200.000 participantes muchos ya sabían la respuesta tecnológica al reto aunque desde múltiples enfoques.

En contraposición, a nivel nacional se encuentra la RedOTRI que aúna el servicio de las Oficinas de Transferencia de los Resultados de Investigación de diversas universidades e instituciones vinculadas como los parques tecnológicos y viveros de empresas. Que

5. www.innocentive.com

apuesta por el desarrollo de contratos blindados de protección de patentes y resultados con las empresas. Este es el principal punto débil que es la infravaloración de la **inteligencia colectiva** como verdadero potencial de desarrollo de dichas investigaciones y procesos frente al concepto de innovación abierta.

Sin embargo, en ambas modalidades, surge la figura de los *problem-solvers* o solucionadores de problemas; y es en base a ellos sobre los que se erigen estos modelos participativos avanzados en la gestión del conocimiento y el desarrollo de la I+D+i. Es una tipología de concurso mucho más dinámica que brinda la oportunidad a cualquiera que pueda solucionar un problema independientemente de si tiene formación reglada específica de ese campo o no, esto es, no excluyente si el participante resuelve de manera satisfactoria el reto planteado.

Aunque en la disciplina de la edificación han surgido ya múltiples iniciativas como "Arquitecturas 2.0", la construcción colaborativa-participativa, etc. aún no se han extendido tanto modelos adaptables a este tipo de gestiones. Su principal aportación puede venir de la mano de la gestión de los proyectos en el que coordinar un sinnúmero de actantes de los que intervienen, puede suponer (dependiendo de la escala del proyecto) un auténtico problema de coordinación y gestión.

Polímatas 3.0: los *knowmads*

En el contexto actual se produce una paradójica situación en la que coexisten niveles de progreso muy dispares. Es un momento en constante cambio, interrupción y que, como se adelantaba anteriormente, fomenta la especialización en la formación de las próximas generaciones. Una sociedad que ya percibe las consecuencias de la falta de una formación sólida en distintas disciplinas, que con su actitud fomenta la desaparición de la polimatía. Se hace una distinción entre un modelo de sociedad anclado en la obsolescencia junto a ese otro tipo emergente de sociedad colaborativa que hace uso de la tecnología más avanzada. En palabras de John W. Moravec:

"La sociedad 1.0 refleja las normas y prácticas que prevalecieron desde la sociedad preindustrial hasta la sociedad industrial. [...] Los niños aprendían y trabajaban en casa. Adultos y menores mantenían una relación intergeneracional constante. En este contexto los niños no sólo contribuían positivamente a la economía, sino que la relación niño-adulto favorecía el aprendizaje mutuo. Este paradigma fomentaba el "aprender haciendo". [...] Los niños empezaron a desempeñar trabajos precarios, a menudo incluso peligrosos, hasta que la sociedad comenzó a preocuparse por su bienestar y dejaron de trabajar. Así surgió también la industrialización de la educación. Los menores fueron desplazados de la producción primaria y pasaron a formar parte de un mecanismo institucional en el que aprendían de los adultos –no al revés–, hasta que, transcurrido un lapso de tiempo, se convertían en jóvenes adultos "formados" y listos para ser empleados por la economía industrial. [...]"

La industrialización de la educación y la proliferación de estructuras académicas meritocráticas propias de la sociedad 1.0 llegaron casi a eliminar el reconocimiento del paradigma de "aprender haciendo". Además, la consolidación de esta norma proporcionaba generalmente más ventajas sociales y económicas a quienes se desenvolvían con éxito dentro de esta meritocracia industrializada –a mejores trabajos, mejores sueldos– [...]"

Por su parte, la sociedad 2.0 hace referencia a las enormes transformaciones sociales que están teniendo lugar en la sociedad actual y que encuentran su origen, principalmente, en el cambio tecnológico. [...] ...los humanos, entendidos como animales sociales, participan en interacciones sociales y comparten su conocimiento personal en sistemas cada vez más complejos. Este ecosistema de sentidos y valores construidos individualmente favoreció durante la segunda mitad del siglo xx la creación de lo que

hoy se conoce como gestión del conocimiento. Esta disciplina aspiraba a gestionar el caos y la ambigüedad que el conocimiento individual generaba en los sistemas organizativos.

Los avances en las tecnologías de la información y de la comunicación facilitaron la amplia producción de significados socialmente contruidos. Muchos de estos avances han surgido gracias a la convergen- cia de Internet –que se ha convertido en el símbolo de la interconexión por excelencia, ya sea personal o tecnológica– y la globalización, lo que ha generado una conciencia global sobre la presencia de las redes sociales. [...] como plataforma de intercambio y remezcla de ideas y como instrumentos de comunicación. [...]

Por último, la sociedad 3.0 alude a la sociedad de nuestro futuro más inmediato, para la que se pronostican enormes transformaciones pro- ducto del cambio tecnológico acelerado. [...] Para la mayoría de nosotros, la sociedad 3.0 es la sociedad del futuro, quizá la de un futuro lejano. Sin embargo, para aquellos que lideran el cambio hacia este protoparadigma se trata de algo muy real. La sociedad 3.0, la cual hace referencia a un mundo que está “a la vuelta de la esquina” y, al mismo tiempo, que trasciende las vanguardias actuales, está impulsada por tres agentes principales:

- Cambio social y tecnológico acelerado.
- Globalización constante y redistribución horizontal del cono- cimiento y de las relaciones.
- Sociedad de la innovación impulsada por knowmads.”⁶

Evocando el ensayo de Jared Diamond “Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecer” (puede resumirse en la manida cita de Albert Einstein de que “nin- gún problema puede resolverse desde el mismo nivel de conciencia que lo creó”), en un mundo interconectado, se necesita pensamiento creativo para solventar retos, desde los más individuales o locales a los globales. En esta relación, los problem-solvers, a menudo, son especialistas unívocos de una disciplina particular; el problema radica en la gestión e interacción entre ellos.

Puede decirse que la sociedad se ha apartado de la ‘filosofía de vida’ enseñada desde la Antigüedad y cuya pretensión consistía en formar seres humanos críticos, con un raciocinio propio y preparado para improvisar y ser creativo. Porque, del mismo modo que la “economía” es una disciplina tan inabarcable como interrelacionada con otros campos del saber que no se aprende en dos tardes, las bases del pensamiento crítico y el método empírico tal y como fueron definidos por el polímata franciscano Roger Bacon no se pue- den asumir actualmente con dos búsquedas en Internet.

“Todo el sistema educativo y de capacitación profesional es un filtro elaborado que necesita descartar a la gente que es demasiado independien- te y que piensa por sí misma, que no sabe ser sumisa y así sucesivamente, porque son disfuncionales para las instituciones.”

Noam Chomskyc

6. COBO, Cristóbal y W. MORAVEC, John. *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2011. ISBN: 978-84-475-3518-7

Las búsquedas en Internet nos ayudarán, como también lo harán las dos tardes de economía. Siempre y cuando nuestra formación de base sea sólida y siga siendo cultivada, y mantengamos el hambre y la curiosidad de los primerizos.

“No es cuestión de memorizar el saber, sino de saber pensar.”

No hace falta saberlo todo, como se propuso el temerario dominico francés Vincent de Beauvais, que trató de compilar todo el saber de la humanidad en un único libro enci- clopédico, *Speculum Maius*; o como tratan de abarcar ahora iniciativas como las de Google o Wikipedia que si bien suponen una potente herramienta, también poseen grandes incon- venientes. Por ejemplo, en Wikipedia, basta para ello observar para un mismo concepto la diferencia en su definición en un idioma u otro.

William Deresiewicz argumenta en su discurso sobre “Soledad y liderazgo” que lo que necesita el individuo es conocer las herramientas intelectuales para relacionar mate- rias, profundizar en ideas, elaborar teorías propias sólidas, aprender a ser crítico con lo que lee o le explican. Ya no sabemos estar solos, dice Deresiewicz, y la búsqueda del individuo para relacionar ideas, pensar más allá de lo establecido, dominar distintas disciplinas, es visto como poco más que una enfermedad o una rareza en nuestros tiempos. Según Wi- lliam Deresiewicz:

“Tenemos una crisis de liderazgo –dice Deresiewicz en su artícu- lo– porque nuestro abrumador poder y riqueza, ganados durante anteriores generaciones de líderes, nos hizo complacientes, y por demasiado tiempo hemos estado entrenando líderes que sólo saben cómo mantener la rutina en marcha”.

“[Son líderes] Que pueden responder preguntas, pero descono- cen cómo formularlas. Que pueden cumplir objetivos, pero no saben cómo establecerlos. Que piensan sobre cómo hacer las cosas, pero no si merece la pena hacerlas en primer lugar”.

Por eso, explica William Deresiewicz, quizá tengamos en estos momentos los tec- nócratas más preparados que haya conocido el mundo, “gente que ha sido entrenada para ser increíblemente buena en una tarea específica, pero no tiene interés en nada más allá de su especialidad”. Y sentencia: “Lo que no tenemos son líderes”. A lo que añade:

“Lo que no tenemos, en otras palabras, son pensadores. Gente capaz de pensar por sí misma. Gente que pueda formular una nueva direc- ción: para un país, para una corporación o una universidad (...); un nuevo modo de hacer las cosas, una nueva manera de mirar a las cosas. Gente, en otras palabras, con visión”.

No hay una forma única y final para fomentar la actitud y preparación de líderes de distintos campos, pero sí conocemos uno de los modos de establecer principios que

funcionen en el presente, un método socorrido basado en el empirismo, esto es, mirar a cómo lo hicieron los genios, polímatas, grandes exploradores y líderes del pasado.

Hay muchos problemas a resolver, grandes retos que son sintomáticos en el presente de que hay innumerables retos que están por solucionar: crear nuevos tipos de trabajo y nuevos modos de generar riqueza para acomodar a los más afectados por la recesión financiera, acabar con las disfunciones más flagrantes de las instituciones que sostienen la sociedad global (organismos políticos y financieros, sus reguladores y vigilantes, etc.) y, sobre todo, evitar el colapso de los ecosistemas en las próximas décadas. Población, alimentación, energías y recursos, economía, cambio climático, transacciones, diseño y fabricación de productos y servicios... Los principales retos están interrelacionados, y no pueden ser interpretados únicamente por brillantes tecnócratas y especialistas que conozcan una única disciplina o materia. Se precisan, y con carácter urgente, líderes y polímatas.

Sin embargo, un hecho que empieza a quedar patente, especialmente es los focos emergentes de emprendimiento y nuevas propuestas, en estos entornos de trabajo contemporáneos, es que lo que se necesita con urgencia son personas con la habilidad de concebir soluciones amplias. Y es aquí cuando ser un polímata tiene ciertas ventajas.

Ocurre que, si bien admiramos al puñado de "genios" o "fuera de serie" que lo hacen todo y despuntan de vez en cuando, lo hacemos como si se tratara de seres especiales, que han logrado cotas de diletancia a la que cualquier persona "normal" no debería aspirar.

Kyle Wiens (consejero delegado de iFixit) coincide con William Deresiewicz en que la sociedad contemporánea rechaza la polimatía y escribe:

*"Tendemos a desprestigiar a la gente corriente que intenta ampliar un poco sus conocimientos. [...] Si son tan tontos como para divagar en lugar de dedicarse a una única vocación, esos desafortunados se ganan a veces la etiqueta descalificativa de 'comodín de todas las jugadas, maestro de ninguna'."*⁷

Hay un movimiento y una presión social que rechaza de plano la polimatía pero que entra en contradicción con las evidencias de que las personas capaces de predecir, discernir, innovar y encumbrarse al poder, son las que cuentan con conocimientos generalistas de todo tipo y experiencias valiosas. La polimatía se erige así como la piedra angular de la prospectiva, y el enfoque del pensamiento negativo como la base de una crítica constructiva, apoyada en la tecnología, en el devenir de una sociedad 3.0. Una sociedad de la que hoy por hoy no se tienen evidencias de este tipo de tendencia más allá de los movimientos aislados ya referidos. La nueva polimatía encuentra un nuevo término para

7. Citado en <http://faircompanies.com/news/view/elogio-la-polimatia-genios-que-d>

definirse en este contexto y que John W. Moravec define como 'knowmads' o literalmente "locos del conocimiento" (o también "nómadas del saber"), y que argumenta de la siguiente forma:

*"Con el término 'knowmad', Moravec (2008b) hace referencia a aquellos trabajadores nómadas del conocimiento y la innovación. Un knowmad es alguien innovador, imaginativo, creativo, capaz de trabajar con prácticamente cualquier persona, en cualquier lugar y en cualquier momento. Un knowmad es valorado por su conocimiento personal, lo que le proporciona una ventaja competitiva con respecto a otros trabajadores. La sociedad industrial está dando lugar a trabajos intensivos en el conocimiento y la innovación. A diferencia de la sociedad 1.0, cuya industrialización requería trabajadores ubicados en un lugar determinado para poder desempeñar un trabajo o unas funciones muy concretas, los empleos asociados a los trabajadores del conocimiento y la información se han vuelto mucho menos específicos en términos de ubicación y de las tareas a desempeñar. Además, las tecnologías hacen posible que los trabajadores de este nuevo paradigma puedan efectuar su trabajo ya sea en una ubicación específica, de manera virtual o combinando ambas opciones. Los knowmads tienen la capacidad de volver a configurar y contextualizar su espacio de trabajo en cualquier momento; esta creciente movilidad está generando nuevas oportunidades. Pongamos como ejemplo una cafetería, ya que se trata de un espacio de trabajo escogido por muchos knowmads. ¿Qué ocurre cuando alguien que se dedica a la banca de inversiones se sienta junto a un arquitecto y entabla una conversación? ¿Qué ideas, productos y servicios pueden surgir a raíz de esta charla?"*⁸

Se debe recuperar esa ilusión por los retos, por conocer y aprender de todo en todo momento, de sincronizar conocimiento y experiencia vital, de ser creativos e innovar, de imaginar y aportar a la vez, de formar parte del cambio. Una actitud de coraje frente a la complejidad del mundo, a desentrañar una percepción holista y transdisciplinar que resuelva más problemas de los que pudieran crearse. En la misma línea, John W. Moravec define un cuadro de habilidades propias que se sintetizan aquí a modo de lista y que nombra como "Pasaporte de habilidades para un knowmad":

"Mis estudios no sólo fallaron en enseñarme lo que profesaban que enseñaban, sino que evitaban mi educación al grado que me enoja pensar todo lo que pude haber aprendido en casa por mí mismo."

George Bernard Shaw

1. No está limitado a una edad determinada.
2. Creativo, innovador, colaborativo y motivado.
3. Utiliza la información y genera conocimientos en diferentes contextos.
4. Altamente inventiv@, intuitiv@, capaz de producir ideas.
5. Capaz de crear sentido socialmente construido.

8. COBO, Cristóbal y W. MORAVEC, John. *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2011. ISBN: 978-84-475-3518-7

6. No sólo busca acceder a la información, procura utilizarla abierta y libremente.
7. Creador de redes, siempre conectando a personas, ideas, organizaciones, etc.
8. Capacidad para utilizar herramientas para resolver diferentes problemas.
9. Alfabetizado digitalmente, comprende cómo y por qué funcionan las tec. digitales.
10. Competencia para resolver problemas desconocidos en contextos diferentes.
11. Aprende a compartir (sin límites geográficos).
12. Es adaptable a diferentes contextos y entornos.
13. Consciente del valor de liberar el acceso a la información.
14. Atento a los contextos y a la adaptabilidad de la información.
15. Capaz de desaprender rápidamente, sumando nuevas ideas.
16. Competente para crear redes de conocimiento horizontales.
17. Aprendizaje permanente y para toda la vida (formal-informal).
18. Experimenta constantemente TIC (colaborativas).
19. No teme el fracaso.

Este tipo de concepto implementado en la disciplina arquitectónica supone una ventaja considerable. En el esquema de *problem-solvers* del apartado anterior, supone tener la capacidad de comprender y gestionar todo el conjunto e incorporar nuevos patrones. Aunque el arquitecto siempre ha tenido gran parte de estas aptitudes, es a la hora de proyectar donde esta actitud no siempre está presente, y además, no en toda su extensión. Parece establecerse una dicotomía disfuncional entre proyectar y gestionar. El autodidactismo y la filtración interesada y vehicular de datos procedentes de otras disciplinas rompe las metodologías proyectuales elaborando más puntos débiles que consistencias en su enfoque. Aunque en la práctica profesional, la responsabilidad no recae exclusivamente en la figura del arquitecto, ya que el proyecto acostumbra a verse tensado en directrices más mercantilistas con intereses y fines diversos; por ello puede resultar operativo acudir a las herramientas y factores de la prospectiva, que en el trabajo constante de diseñar el "futuro de las cosas", adopte este posicionamiento más versátil que atienda a la realidad del proyecto arquitectónico en su conjunto y a la horizontalidad de conocimientos.

"El analfabeto del futuro no será quien no sepa leer; será quien no sepa cómo aprender."
Alvin Toffler

Transversalidad y presentes alternativos

Desde el urbanismo, la disciplina arquitectónica ha buscado la forma de planificar la gran escala y de aventurarse a establecer herramientas y criterios estratégicos en pro de la mejora de las ciudades, y con mejor o peor fortuna, de la calidad de vida de sus habitantes. Había una necesidad de tener en consideración imperativos ambientales, sociales y funcionales para la estructuración de la ciudad, su evolución y sus estrategias de perpetuación, bien de carácter militar-defensivo, bien de explotación de recursos o de fomento de actividades propias, o del lugar en las que estan asentadas. En este sentido, futuro es siempre el lugar en el que radican las oportunidades de mejora. En "*Ciudades para un pequeño planeta*", Richard Rogers escribe:

*"Si contamos con la voluntad de crearlas, las ciudades del futuro facilitarán la fundación de una sociedad en la que todos disfruten de salud, seguridad, plenitud y justicia. Las nuevas tecnologías podrían dar a nuestras ciudades nuevas esperanzas: una vida más social, más bella, más apasionante y, sobre todo, una vida que estará determinada por la propia ciudadanía."*⁹

Pero hay una corriente difusa a hablar del futuro en términos de gran escala, y paralelamente, de su tendencia a la generalidad. Por poner un ejemplo, no se habla de un tornillo determinado del futuro (salvo que tengamos un plan preparado para ello), se habla de las infraestructuras del futuro. El tornillo y lo que le depare su devenir parece perder toda relevancia frente al protagonismo de la escala en un orden superior. Y sin embargo, la tecnología opera cada vez a escalas más reducidas, respaldada por el avance de las nuevas técnicas que proceden de la nanotecnología y su desarrollo. Tan importante es el tornillo como la infraestructura, son interdependientes, pero en cuestiones de planificación y "futuro", la parte se desvincula y desaparece en favor del todo.

No se percibe una concepción holista del complejo sistema que representa una ciudad más allá de metáforas biológicas y organicistas acerca de circulaciones e infraestructuras, sectores de actividad, modelos de sociedad, etc. Lejos de aproximarse a esta percepción holista, la tendencia sigue aumentando la escala (pasamos a hablar de territorios, de globalización). En este sentido, Richard Rogers añade:

"La planificación urbana se reconoce ya como una práctica interdisciplinaria que no está estrictamente limitada a las fronteras de la ciudad. Cada vez más, los urbanistas están considerando la ciudad como

9. ROGERS, Richard. *Ciudades para un pequeño planeta*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2000. ISBN: 84-252-1764-4

una suma de éstas más los núcleos colindantes y su contexto regional. En muchos casos, las zonas de planificación urbana se han expandido a regiones urbanas -por ejemplo, los ejes Portland-Seattle-Vancouver o Amsterdam-Rotterdam- en las que la ciudad, la agricultura, la economía y el entorno se consideran en paralelo, y en las que la planificación se basa en objetivos estratégicos a largo plazo."

Dentro de su enorme complejidad, se vuelve a un reduccionismo del sistema altamente inoperativo, una generalidad en sí misma. Lo que supone una arteria en un sistema circulatorio, es trasladado a una tubería a escala edificatoria, a una autovía a la escala de territorio y a un canal logístico a nivel transoceánico. Hay muchos más factores que discurren en paralelo, muchos más mecanismos los que actúan, y principalmente, las personas, quienes con sus acciones son las responsables de la alteración de estos complejos sistemas. En este sentido, Alfonso Vegara y Juan Luis de las Rivas indican:

*"Las ciudades que tengan más éxito en el futuro serán las que consigan un equilibrio inteligente entre los diferentes componentes de la trilogía urbana: competitividad económica, cohesión social y sostenibilidad ambiental. En una economía basada en el conocimiento, en la innovación y en el capital intelectual, los factores de competitividad no son puramente económicos, dependen del equilibrio social y de la calidad ambiental. En el futuro las ciudades grandes, medias o pequeñas van a conseguir ventajas competitivas resaltando su identidad y fortaleciendo sus conexiones globales. Los habitats de la globalización hay que reinventarlos siendo conscientes de que las ciudades y los territorios más atractivos, aquellos capaces de ejercer magnetismo sobre su entorno y de ofrecer calidad de vida a sus ciudadanos serán las que tengan un proyecto de futuro ilusionante y compartido y no solo aquellos que gocen de unas condiciones de partida determinadas."*¹⁰

El riesgo de percibir estas generalidades y no las partes está en el hecho de caer siempre en las metodologías cuantitativas, ya que los números operan fácilmente en el cambio de escalas. Sin embargo, un enfoque cualitativo cuestiona cómo y porqués a múltiples escalas simultáneamente y ayuda a separar metáfora y modelo, pero es su implementación la parte más complicada, esto es, incorporar la incertidumbre y trabajar con ella, sin reemplazar ningún otro aporte o agente en aras de esa indeterminación. Ser creativos y emplear la imaginación para la resolución de conflictos. En este sentido Javier García-Germán comenta:

"La imaginación es la clave de la experimentación previa de futuros alternativos; la conveniencia, en términos de valores humanos, es la

10. VEGARA, Alfonso y DE LAS RIVAS, Juan Luis. *Territorios inteligentes*. 1ª Edición. Madrid: Ed. Fundación Metro-polí, 2004. ISBN: 84-609-2698-2

*toma de decisiones que selecciona entonces las alternativas correctas."*¹¹

Se deduce de estas palabras que seguimos hablando de planificación al introducir el concepto de futuros alternativos, de poner los medios para alcanzar un fin, la hoja de ruta. Pero como se veía en apartados anteriores, la prospectiva propone una metodología para la gestión y toma de decisiones de los presentes alternativos, que a fin de cuentas, es el único espacio temporal que realmente podemos modificar. Podemos hablar de consecuencias futuras por el inicio de determinadas acciones en el presente, este es precisamente el epicentro de la planificación y de su fuerte carácter lineal. La flexibilidad de la polimatía prospectiva y su implementación mediante el pensamiento negativo, esto es, la crítica constructiva como herramienta de cambio hacia lo que no debería acontecer, radica en formular un diseño integral en todos los niveles; en saber manejar un sistema complejo y su inherente incertidumbre, adaptándose al cambio constante en tiempo real. En relación a la definición que aportaba Richard Buckminster Fuller sobre el diseño integral, Javier García-Germán añade:

"El especialista en diseño integral es una síntesis emergente de artista, inventor, mecánico, economista objetivo y estrategia evolutivo. Mantiene la misma relación con la sociedad en las nuevas continuidades interactivas de la industrialización mundial que la que tenía el arquitecto en las respectivas discontinuidades de la sociedad feudal."

En otras palabras, un polímata, a excepción de la clasificación como "especialista". Nuevos contextos se abren así a una interpretación distinta del mundo, más rica y dinámica. La crítica constructiva, analiza conflictos y debates actuales como la previsión de la falta de recursos energéticos, de abastecimiento de agua, de transformaciones climatológicas, teorías de catástrofes, diferencias de control y políticas internacionales, etc. Como ejemplo, Alexandar Ivancic comenta:

*"Los paisajes de la energía toman apariencias muy distintas; además de con la prosperidad y el bienestar, también pueden relacionarse con las guerras, la violencia, la presión y la pobreza. El consumo de energía a nivel mundial refleja un importante desequilibrio, pues un 15% de la población mundial, los 1.000 millones de habitantes de los países desarrollados, consume más del 50% de los recursos energéticos del planeta, mientras que otros 2.000 millones de personas apenas tiene acceso a la energía "moderna" y otros 3.000 millones cuentan con un suministro insuficiente."*¹²

La ciudad del futuro es un tema, cuando menos, controvertido que se debate entre

11. GARCÍA-GERMÁN, Javier. *De lo mecánico a lo termodinámico. Por una definición energética de la arquitectura y el territorio*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2010. ISBN: 978-84-252-2347-1

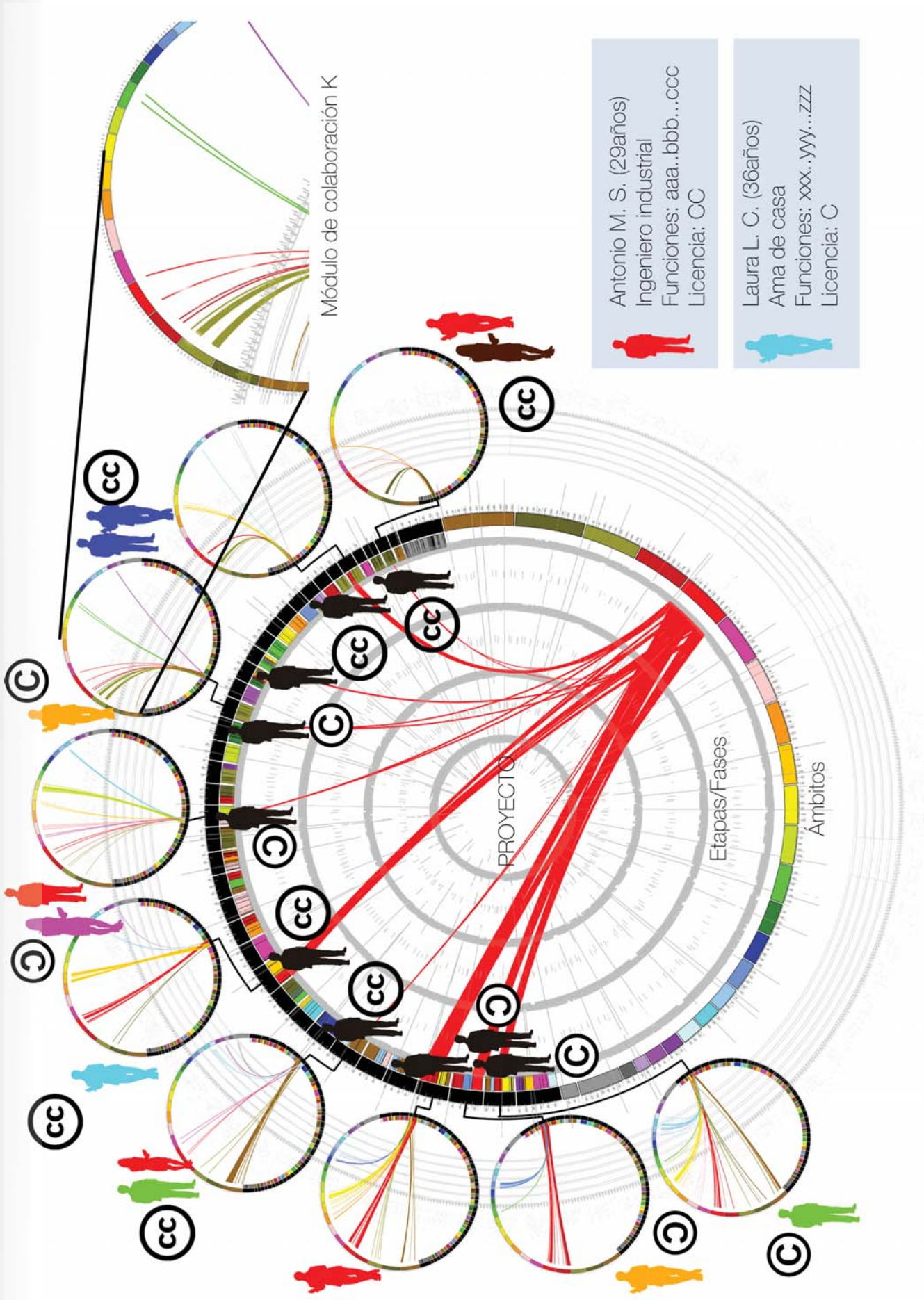
12. IVANCIC, Aleksandar. *Energyscapes*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2010. ISBN: 978-84-252-2272-6

polos opuestos, poniéndose en duda la pertinencia o no de abordarla como un extenso programa de investigación transversal. Se trata además de una cuestión de responsabilidad sobre la coordinación del mismo, ya que en una estructura horizontal, la responsabilidad se distribuye de forma homogénea y equitativa, por lo que según la estructura educativa actual, la deriva del mismo podría ser significativa.

Del mismo modo, la ciudad del futuro como ente genérico, es herencia de las utopías y de las vanguardias, con el futurismo, constructivismo y metabolismo, como principales precursores. No tiene sentido hablar en estos términos de una ciudad del futuro genérica o modelo, de un prototipo ideal; ni tampoco todo lo contrario, evitar hablar de ello. El enfoque debería ser mucho más pragmático y tener una visión completamente panóptica y holista del contexto, lo que hace de su empresa una tarea complicada que requiere la participación e ilusión de un colectivo suficientemente extenso y polimático para evitar reduccionismos. Sin embargo, esto es así en todos los ámbitos, y la coyuntura actual no hace más que fomentar esa necesidad de aprender y establecer protocolos de rápida actuación frente a cambios imprevistos, que como se ha comentado en varias ocasiones, pueden traducirse en unas consecuencias nefastas y un consumo de recursos enorme para su restablecimiento.

La autoorganización es una actitud clave para la supervivencia, y la capacidad de afrontar los imprevistos de una comunidad será la que marque la diferencia entre su continuidad o su disolución. Un ejemplo claro lo podemos ver en el drástico descenso poblacional de las abejas a nivel mundial. No se han detectado aún cuáles son los factores que han diezclado su población, pero sí se comienzan a ver algunas consecuencias por la falta de polinización de sistemas de cultivos para la alimentación humana. Negar la posibilidad de afrontar los cambios con la misma celeridad con la que acontecen (e *in crescendo*), es manifestar la falta de reconocimiento de que hay problemas serios que deben resolverse. Parecería que el contexto se mueve según diagnosticaba la doctora Elisabeth Kübler-Ross en la primera de las seis etapas propias de la resolución de un conflicto de causa mayor o catastrofista de carácter personal, a saber: negación, ira, negociación, depresión y aceptación.

Recordando la paradoja de Jevons, una gran ventaja tecnológica viene pareja con un gran peligro de otra índole, y en combinación con la Ley de Sturgeon, además irán cambiando, transformándose en otros nuevos. Al final, todo cambio acaba afectando a las personas y al entorno, y es la falta de consciencia sobre ello lo que ha dado lugar a muchas de las graves consecuencias que vivimos hoy en día. Puede que no se hable de la ciudad del futuro como tal, pero sí de los presentes alternativos, de ver qué es en lo que no debería convertirse esa ciudad y que está en nuestra mano evitar. La interacción transdisciplinar favorecería así un cruce de investigaciones, una auténtica incubadora de la innovación que a su vez podría abrir las puertas a nuevas y fructíferas investigaciones, sirviéndose de las nuevas tecnologías y de esa inteligencia colectiva latente.



Modelo de gestión avanzada de la investigación colaborativa siguiendo el modelo de problem-solvers y la estrategia y coordinación de un knowmad (o conjunto de ellos). La extrapolación de este modelo gráfico al entorno arquitectónico supone abrir las puertas a otro tipo de enfoques, más flexibles.

CASO PRÁCTICO.
INICIATIVA UPM: LA CIUDAD DEL FUTURO

Taller de Prospectiva: "La Ciudad del Futuro: oportunidades científicas y profesionales".

Con motivo de la puesta en marcha de la Iniciativa Institucional de la Universidad Politécnica de Madrid "*La Ciudad del Futuro*", el pasado 24 de Junio de 2013, tuvo lugar en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura un taller dirigido a jóvenes investigadores procedentes de diversas disciplinas y departamentos de la universidad, con el fin de realizar una experiencia práctica sobre la construcción de un escenario de futuro mediante la prospectiva, coordinado por D. José Miguel Fernández Güell.

Puesto que el taller tenía una duración aproximada de unas nueve horas, concentradas en una única sesión intensiva, ya se avisaba de antemano de la imperiosa necesidad de disponer de un plazo de tiempo bastante superior para garantizar un procedimiento y resultados más satisfactorios. No obstante, el hecho de haber llevado a cabo este trabajo, ya permite establecer conclusiones sobre el mismo y valoraciones sobre el funcionamiento y transcurso del taller. A tal efecto, se había organizado una distribución de equipos de trabajo lo más multidisciplinar posible y se facilitaba a los asistentes un documento de trabajo denominado "*Factores de cambio urbanos*" que definían cada uno de los apartados correspondientes de la agenda (véase el [Anexo](#)).

Tras escogerse a un portavoz en cada uno de los grupos, el procedimiento consistía en la lectura de la definición del apartado a desarrollar, la puesta en común de manera independiente de cada uno de los grupos y la aportación de factores nuevos que no aparecieran en la lista propuesta. A continuación, los portavoces compartían con el conjunto de equipos las aportaciones respectivas de cada grupo y se listaban. Para optimizar el trabajo de los equipos, en lugar de atender todos a todos los factores listados, éstos se repartían a los equipos para analizar sus posibles implicaciones en el contexto. Este proceso se repitió en seis ocasiones, definiendo así una lista de factores e implicaciones correspondientes a:

1. Factores de cambio geopolíticos
2. Factores de cambio económicos
3. Factores de cambio sociales
4. Factores de cambio ambientales
5. Factores de cambio tecnológico
6. Factores de cambio en la gobernanza urbana

Durante el transcurso y puesta en común del trabajo de los equipos, comenzó a quedar de manifiesto la operatividad de la interacción multidisciplinar. Numerosos factores e implicaciones de altísima relevancia completaban las listas iniciales propuestas.

Entraban en juego variables de muy diversa índole, dejando entrever la complejidad del sistema y el alcance de las primeras reflexiones, que aún en el breve espacio de tiempo dedicado, ya registraban las aportaciones de las sinergias entre métodos cuantitativos y métodos cualitativos. Entre las aportaciones podían verse puntos tan importantes como:

- 1.Conflicto por el control y escasez del petróleo.

2.Gestión de la alimentación en sistemas productivos.

3.Fragmentación y estratificación social más acusada en países del primer mundo.

4.Ciclos de recaída en sistemas obsoletos.

5. Energía y crisis energética.

6. Localización empresarial por sectores más acusada, mano de obra más barata.

7. Obsolescencia programada extendida a mercados más extensos.

8. Aumento de desequilibrios mentales debido al aumento de indicadores y contextos negativos.

9. Ingobernabilidad de los países debido al aumento del poder de los partidos minoritarios y dificultad en llegar a pactos o consensos. Vacíos de poder.

10. Reconversión de la ciudad como producto de mercado al servicio de los oligopolios.

O implicaciones como:

- Procesos de gentrificación.

- Ocupación de áreas de interés turístico y degradación de entornos naturales.

- Posibilidades de reproducción de una burbuja inmobiliaria heredada de los modelos ya demostrados como obsoletos.

- Repercusiones en la estratificación social: Aumento del precio del agua y por tanto, aumento de la diferencia entre áreas destinadas a personas con altos recursos económicos y personas con dificultades de acceso a ella.

- Repercusiones en la salubridad de las ciudades: Pérdida de la calidad en el suministro, aumento de la contaminación, aumento de enfermedades, detrimento de los espacios públicos.

- Inversión pública en zonas visibles de la ciudad. Estratificación sectorial y deterioro de áreas públicas.

- Potenciación de la conectividad de los usuarios con la ciudad y sus servicios.

- Aparición de zonas de sombra tecnológica (por interés en no emplear nuevas tecnologías o bien por la falta de acceso a estas tecnologías).

- Aumento de dispositivos interactivos en los espacios públicos (tecnología y sostenibilidad).

- Impacto sobre la demanda energética de la ciudad y el territorio, periodos de cortes de energía regulados.

- Mercantilización y crecimiento desequilibrado de la ciudad.

La tarea siguiente consistía en realizar a título individual, una votación sobre la consideración de cuáles de los factores (tanto propuestos inicialmente como añadidos por los grupos) podían constituir los motores de cambio y las posibles tendencias en el horizonte 2020 establecido. Sin embargo, las votaciones se establecían con la colocación de marcadores sobre unos paneles, lo que motivaba a que en caso de duda, aquellos factores con mayor número de marcas, fueran polos de atracción. Tras el recuento, se configuraba una matriz vinculando el nivel de impacto y el grado de incertidumbre, diferenciándose claramente tres áreas:

- A.Tendencias certeras (diseño de escenarios alternativos)
- B.Tendencias inciertas (incertidumbres críticas)
- C.Tendencias poco relevantes

Cabe aquí destacar que la diferencia que realiza José Miguel Fernández Güell¹ entre lo que es y lo que no es un escenario de futuro operativo, y que refleja en la siguiente tabla:

Los escenarios son	Los escenarios no son
Hipótesis.	Predicciones.
Desarrollos alternativos.	Extrapolaciones de tendencias pasadas.
Representación compartida de los futuros posibles obtenidos en un grupo de trabajo.	Predicciones oficiales desarrolladas por expertos internos o externos.
Instrumentos para desafiar los supuestos tradicionales.	Instrumentos para reforzar los supuestos tradicionales.
Combinación de intuición y análisis racional.	La materialización de visiones intuitivas.
Descripción focalizada en múltiples entornos futuros.	Una visión amplia de posibles macroentornos futuros.
Historias divergentes, con las que no se pretende lograr un consenso, sino un disenso.	Historias convergentes, con las que se pretende alcanzar un consenso.
Proceso de pensamiento holístico, en el que se integran varias escuelas científicas: economía, sociología, etc.	El resultado de una escuela científica dominante (por ejemplo econometría contra sociología).
Instrumentos para transformar comportamientos reactivos en más proactivos.	Instrumentos para reforzar comportamientos reactivos.

Entendiendo así el escenario de futuro que se estaba construyendo en el taller, se obtuvo, por orden de prioridad, la siguiente lista de factores de cambio:

- F12Mercantilización de la ciudad
- E3Avances en TICs
- C11Menor Estado Bienestar
- C12Mayor población dependiente
- C5Nuevas formas de exclusión social

1. FERNÁNDEZ GÜELL, José Miguel. *El diseño de escenarios en el ámbito empresarial*, 2004.

D5	Mayor generación de residuos
D8	Escasez recursos alimentarios y energéticos
A13	Conflictos acceso energía
B22	Incremento asimetrías económicas UE
A14	Empobrecimiento clase media
D7	Incremento suelos abandonados
E1	Extensión esperanza de vida
D1	Agravamiento cambio climático
B5	Encarecimiento/escasez materias primas
F11	Autoritarismo sistema de gobierno
A10	Diferencias N-S en Europa

Dando evidencias de un escenario claramente pesimista. Cabe destacar aquí que el contexto mediático por estas fechas manejaba una profusa emisión de noticias con cariz preocupante sobre muy diversos contextos. Además, la juventud y práctica totalidad de españoles en el taller, muestra los indicios de estas tendencias marcadamente pesimistas. Son aspectos relevantes que pueden surgir como conclusión o comentario al planteamiento propuesto.

Finalizaba el taller haciendo un recorrido sobre los escenarios de futuro en los seis ámbitos indicados anteriormente y abriendo una mesa redonda entre todos los participantes ante los posibles retos y oportunidades científicas y profesionales que este marco, y en esta iniciativa, podían tener lugar. Quedaba también de manifiesto que el proceso debería seguir con otro tipo de aportaciones para el desarrollo de protocolos operativos de actuación (o planes estratégicos).

Por supuesto, este no es el único método para establecer una metodología prospectiva transdisciplinar en la construcción de escenarios de futuro. Puede verse que la tendencia a la generalidad y a la gran escala es palpable, así como la falta de investigadores procedentes de otras muchas disciplinas y culturas. Pero sin duda, es un ejercicio de reflexión muy útil con una dinámica poco extendida en nuestro sistema de enseñanza actual. La crítica constructiva, el empleo de las herramientas descritas anteriormente, el pensamiento negativo, la polimatía como capacidad flexible y creativa de comprensión de lo fenomenológico, el tratamiento de los sistemas complejos y el trabajo con la incertidumbre, abre caminos a métodos innovadores en el proyecto arquitectónico y en la enseñanza de la propia disciplina.

CONCLUSIONES

Una de las primeras conclusiones que pueden extraerse de este trabajo es que la prospectiva sigue manifestando esa tensión contradictoria entre un método para actuar, un carácter preventivo y un futuro predictivo, como bien manifiesta la literatura vinculada al respecto. Y no porque la prospectiva tenga pretensiones de satisfacer esta triada, sino que es debido a los límites difusos de su definición, de la interpretación de su funcionamiento y de los apellidos anexados para cada tipología en cada ámbito. La prospectiva, en términos generales, es un método para trabajar con alta carga de incertidumbre, no para actuar, sino para proyectar la acción; no es de carácter preventivo sino operativo; y no trata de predecir el futuro, sino de hacer partícipe y consciente a sus usuarios del impacto de las consecuencias previstas e imprevistas sobre el contexto, para poder reaccionar de manera rápida, colaborativa y flexible.

Se distingue claramente como método cualitativo, empleando para ello la capacidad analítica y rigurosa de los métodos cuantitativos y buscando el cómo y por/para qué de los indicadores de cambio y transformaciones de nuestro entorno actual. Un recurso, que en su manejo de la incertidumbre, establece concomitancias con otras disciplinas ya avanzadas en sus teorías sobre ésta. Siguiendo el ejemplo del experimento del Gato de Schrödinger, no sólo se puede hablar de estadística o probabilidad, hay fenomenologías que requieren tener en cuenta una superposición de estados que pueden tener lugar en ese mismo momento y que salvo alteraciones del contexto, no somos capaces de averiguar. Una teoría procedente del principio de incertidumbre de Heisenberg de 1.927 y que ha configurado la ruptura entre la Física Clásica y una nueva perspectiva denominada Física Cuántica.

Esta nueva perspectiva ha abierto el camino al desarrollo de teorías más avanzadas que no sólo satisfacen los procesos y resultados de la Física Clásica (puramente cuantitativa), sino que en su trabajo con la incertidumbre, alcanzan grados de precisión superiores al estudio fenomenológico de lo real. Una realidad que más que complicada, se torna compleja, que mueve simultáneamente un sinfín de variables y que dentro de nuestras posibilidades concebimos como un sistema complejo.

Otra de las conclusiones es que esta complejidad, más allá de reducirla mediante generalidades y simplificaciones que pueden llevar en algunos casos a la reducción al absurdo, se inscribe en un contexto de pensamiento holista, que entiende las interdependencias entre las partes y el todo; un movimiento con tendencia a unificar la pluralidad y multitud de conocimientos (lo que en física se conoce como Teoría del Todo o Teoría M). Donde se requiere un cruce de disciplinas, actualmente muy especializadas, para aproximarse en mayor grado al comportamiento fenomenológico; una transdisciplinariedad que fomenta la riqueza de percepciones y significados, la creatividad y la innovación: la polimatía.

Hay evidencias de que en culturas y épocas pasadas había personas con grandes inquietudes intelectuales y un conocimiento amplio de varias disciplinas que produjeron

grandes aportaciones al conocimiento en épocas posteriores. Personas que con su capacidad y sus recursos se 'adelantaron a su tiempo'. Vestigios que llegan anónimamente a nuestros días bajo el nombre de *OOParts* (artefactos fuera de lugar) y que manifiestan una capacidad resolutive elevada, llegando a adelantarse 1.800 años en el tiempo, según el ejemplo estudiado del Mecanismo de Anticitera.

De entre los muchos polímatas anónimos que posiblemente ha habido en todo el mundo a lo largo de la historia, sólo unos pocos han trascendido de forma documentada o por medio de registros escritos, pinturas, esculturas o construcciones. Personajes como Leonardo da Vinci, Isaac Newton, René Descartes, Hiparco de Nicea, Averroes, Benjamin Franklin, Nicola Tesla... que han impulsado el conocimiento en diversos campos y que han destacado con su producción sobre los demás. Mentes creativas e innovadoras, reconocidos en su momento y cuyo *leitmotiv* radicaba en el disfrute de las revelaciones que supone el descubrimiento de una fenomenología 'nueva'.

Un avance en el conocimiento que no muestra una continuidad lineal, que diversos acontecimientos en diversos momentos han borrado del mapa; manifestando así una discontinuidad en los registros de los que disponemos, y cuyos huecos o 'lagunas' siguen manifestando la necesaria existencia de polímatas anónimos en todo momento y en todo el mundo, personas que hicieron de la prospectiva un modo de vida. Una necesidad de adquirir y transmitir conocimientos (de ahí muchos de sus registros), una componente pedagógica fundamental.

Dentro de esta pedagogía, la disciplina arquitectónica se mueve constantemente con escenarios de incertidumbre. El proyecto diseña un futuro planificado, una modalidad como tantas otras, pero que en el cambio de paradigma contemporáneo, se torna mucho más inestable, cambiante, flexible. El tiempo no es sólo una secuencia lineal de pasado-presente-futuro o un ciclo repetitivo de fenomenologías; es una variable más para manejar el presente y buscar las estrategias para actuar en el futuro. Un futuro con muchas caras, que independientemente de su modalidad, sufre las consecuencias de las causas que se manipulan con anterioridad. Un problema que ve su reflejo en la pedagogía del proyecto arquitectónico, donde la responsabilidad en dotar de herramientas suficientes al alumno para proyectar sin imponer las trazas propias de abordarlo, entran en conflicto con la sistemática heredada y las nuevas directrices que se lanzan hacia otras disciplinas. Un campo donde se muestra que la prospectiva también puede formular alternativas altamente operativas, así como las sinergias que establece con escenarios propositivos y su vinculación a la incertidumbre.

Una inestabilidad que encuentra herramientas y factores para trabajar con ella desde la prospectiva como el efecto mariposa (manifestando la traslación escalar en la fenomenología), los Eventos del Cisne Negro (manifestación de impacto y consecuencias de la imprevisibilidad de la incertidumbre), la paradoja de Jevons (efectos opuestos a las in-

tenciones iniciales con un impacto mayor en otras escalas), la navaja de Ockham (en igualdad de condiciones, frente a la complicación por aparición de entes, la solución más simple tiende a ser la considerada como plausible en la toma de decisiones), la Ley de Murphy/Finagle (todo lo que puede salir mal, puede ocurrir, y por ende, hay que tenerlo en cuenta) o la Ley de Sturgeon (donde nada es así siempre, luego todo cambia, hay que adaptarse).

Mecanismos que inducen a adquirir un posicionamiento crítico con lo que se está haciendo y con el contexto en el que se está desarrollando, pero que lejos de imponer lo que debe ocurrir, adopta una crítica constructiva basada en el pensamiento negativo, esto es, mejorar el presente y nuestras acciones con el fin de evitar o minimizar el impacto y las consecuencias negativas de éstas en el futuro. Una actitud proactiva, esperanzadora y optimista, imaginando retos y resolviendo creativamente los cambios a tener en cuenta ante las mejores alternativas posibles.

También se concluye que en la situación de coyuntura actual, nos movemos en una sociedad líquida, cuyos valores se han visto alterados de manera significativa, donde la celeridad de los cambios obligan a adaptarse cada vez con mayor rapidez en medio de una complejidad turbulenta de intereses, avances tecnológicos y comunicaciones, donde la información es un recurso muy valioso. Una sociedad de la información que ya tiene miras en la sociedad 3.0 (o del conocimiento) y que encuentra en Internet su ambiente óptimo de incubación. Donde aparecen iniciativas de conocimiento compartido, de inteligencia colectiva.

Modelos como el de la figura de los *problem-solvers*, herederos de una alta especialización producto de los sistemas educativos extendidos actualmente, pero con una voluntad rupturista de participación y colaboración interdisciplinar. Modelos que ya encuentran su viabilidad en plataformas como el ejemplo expuesto de Innocentive, una forma innovadora de gestionar la inteligencia colectiva y el conocimiento al servicio de la demanda productiva y empresarial. Una demanda que incorpora una paradoja subyacente entre la necesidad de incorporar a personas más versátiles y con conocimientos suficientes en diversas disciplinas con la de especializar más la formación para limitar intencionadamente el cruce de disciplinas.

Bajo el lema "aprendiz de mucho, maestro de nada", se busca la forma de menospreciar y restar valor a las formas alternativas de adquisición de conocimientos que no forman parte de los intereses particulares. Sin embargo, queda patente que se precisan cada vez más líderes estratégicos que sean creativos, versátiles, e innovadores; nuevos polímatas conocidos actualmente bajo el nombre de *knowmads*. Una figura que establece ciertos paralelismos con la figura del arquitecto (entendida bajo el enfoque académico del sistema educativo español) en el sentido de coordinar distintas disciplinas y labores especializadas.

Hay una necesidad de resolver de otra forma esta paradoja, de incorporar la polimatía tanto en la pedagogía como en la investigación, para el desarrollo de presentes alternativos. Una metodología que ya se ha iniciado en otros campos como la urbanística, donde siendo conscientes de la incertidumbre y la complejidad de los sistemas de gran escala, ya han ido dando pasos en esa dirección, pero que a mi juicio, aún quedan lastrados por la costumbre a un entendimiento cuantitativo de los sistemas, que tiende a la generalidad, la simplificación exhaustiva y las escalas grandes de manera indiscriminada.

Falta una verdadera concepción holista para trabajar con los sistemas complejos y la incertidumbre que manejan. Enfoques que aunque se unifiquen en un escenario futuro, supongan un instrumento altamente operativo que entienda la interdependencia entre las partes y el todo, una metodología prospectiva. El taller ha servido como mesa de exploración para esta iniciativa sobre el manejo de la prospectiva, y a pesar de sus novatas y menores carencias, muestra el nicho de oportunidades y riqueza que supone la colaboración transdisciplinar en el campo de las investigaciones científicas. Un prisma para ver el futuro como un reto presente y nuestra autoorganización adaptativa como la clave para nuestra continuidad y afrontar los imprevistos propios del devenir.

ANEXO

FACTORES DE CAMBIO URBANOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes y objetivos

Antecedentes: Recientemente, la Universidad Politécnica de Madrid ha puesto en marcha la Iniciativa Institucional “La Ciudad del Futuro” con el propósito de abordar los retos a los que se enfrentan las aglomeraciones urbanas en las próximas décadas. Esta iniciativa requiere de un amplio enfoque multidisciplinar, capaz de responder a los retos sociales, económicos, ambientales y de gobernanza que deparan a nuestras ciudades. Con este propósito, la Escuela de Arquitectura (ETSAM) ha estimado oportuno organizar un Taller de Prospectiva, como parte de la Iniciativa Institucional mencionada, en el cual se identifiquen los factores de cambio principales que previsiblemente dominarán el panorama urbano en el horizonte del año 2020 y se detecten las futuras áreas de oportunidad de desarrollo científico y profesional en relación a la temática estudiada.

Objetivos: El Taller tiene como objetivos fundamentales:

1. Explorar los principales factores de cambio que previsiblemente se generarán en el contexto en el que operan las ciudades.
2. Valorar las implicaciones que dichos factores de cambio tendrán sobre la configuración y el funcionamiento de las ciudades.
3. Formular una visión integrada de la ciudad del futuro.
4. Detectar áreas de oportunidad para orientar las líneas prioritarias de investigación y desarrollo profesional.
5. Establecer una red de contactos entre los participantes.

Objeto de estudio: Preferentemente, el ejercicio estará centrado en las ciudades de tamaño grande y mediano de los países desarrollados.

Horizonte temporal: El ejercicio de prospectiva tendrá como horizonte temporal el año 2020.

Metodología: Se utilizarán técnicas de prospectiva de carácter cualitativo, concretamente el análisis de tendencias y las visiones de futuro, llevadas a cabo mediante panels de expertos.

Formato: El Taller se celebrará en una sola jornada. Se utilizarán técnicas de dinámica de grupos que estimulen la participación en grupos. Los participantes serán distri-

buidos en grupos de 4 a 5 personas, mezclando perfiles de diversa procedencia académica.

Participantes: El Taller va dirigido a jóvenes investigadores, que actualmente estén desarrollando proyectos de investigación dentro de la UPM.

1.2 Introducción a la prospectiva

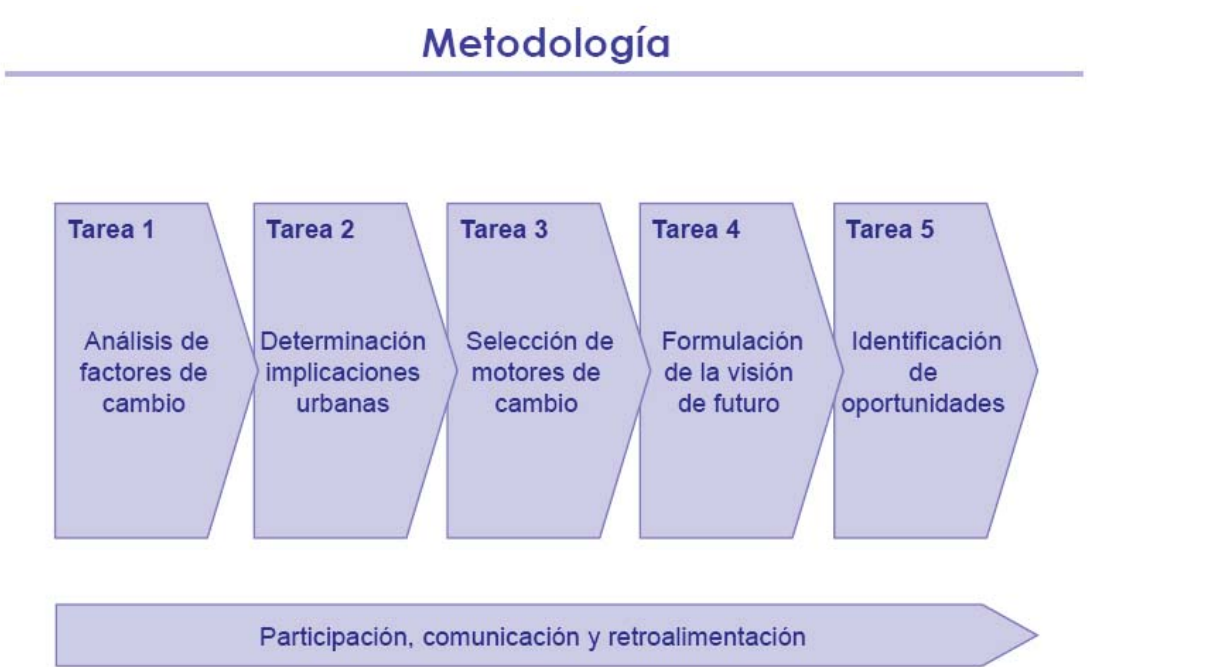
En los últimos años, el término prospectiva –*foresight* en inglés y *prospective* en francés-- ha comenzado a utilizarse ampliamente en diversos campos del conocimiento para describir una serie de enfoques e instrumentos que intentan mejorar la capacidad de decisión actual de los agentes públicos y privados para afrontar los retos que depara el futuro. En otras palabras, la prospectiva forma parte de la gran familia de estudios sobre el futuro, caracterizándose por enlazar con la planificación estratégica y el análisis de políticas a través de los procesos participativos.

Los métodos de prospectiva no son “nuevos” en sentido estricto, ya que se han venido practicando y desarrollando durante varias décadas, ni tampoco sustituyen a las formas más tradicionales de previsión y planificación. Sin embargo, su uso se está extendiendo progresivamente y constituyen, cada vez más, un elemento decisivo en todo ejercicio de planificación. Esta tendencia viene determinada porque los cambios rápidos de la sociedad, los mercados y la tecnología presionan sobre los sistemas tradicionales de planificación, los cuales han sido diseñados para operar en largos períodos de estabilidad relativa.

La **prospectiva** se define como un proceso sistemático, participativo, generador de conocimiento sobre el futuro y creador de visiones a medio-largo plazo dirigido a apoyar la toma de decisiones presente y a movilizar acciones conjuntas. Así, la prospectiva no sólo produce estudios sobre el futuro, sino que también involucra a los agentes clave del cambio y establece redes de expertos con el propósito de desarrollar visiones estratégicas y de configurar una inteligencia anticipadora.

- Entre los **beneficios** que aporta la prospectiva cabe destacar los siguientes:
- Sistematiza el debate sobre las perspectivas futuras.
 - Construye visiones de futuros plausibles y coherentes.
 - Formula estrategias viables e innovadoras, capaces de conciliar los puntos de vista de un amplio grupo de agentes socioeconómicos.
 - Influye sobre las decisiones presentes para afrontar con éxito los retos futuros.
 - Forma redes de expertos para intercambiar experiencias sobre el tema estudiado.
 - Difunde las visiones de futuro entre los principales actores de la Sociedad.

Frente a los procesos de planificación tradicionales, que suelen tener un alcance limitado para abordar de forma integral los retos de futuro, la prospectiva está basada en métodos participativos que comparten el conocimiento con los actores públicos y privados para construir de forma gradual la visión del posible futuro de un determinado sistema funcional.



1.3 Metodología

La metodología a utilizar en el Taller consta de 5 tareas organizadas de forma secuencial (ver Figura adjunta):

Tarea 1: Análisis de factores de cambio. La primera tarea del método analizará aquellos factores de cambio que pueden afectar de forma significativa a las ciudades desarrolladas en el horizonte temporal 2020.

Tarea 2: Determinación de implicaciones urbanas. Una vez identificados los principales factores de cambio, se determinarán las implicaciones que previsiblemente tendrán sobre la totalidad del sistema funcional urbano o bien sobre algunos elementos singulares del mismo.

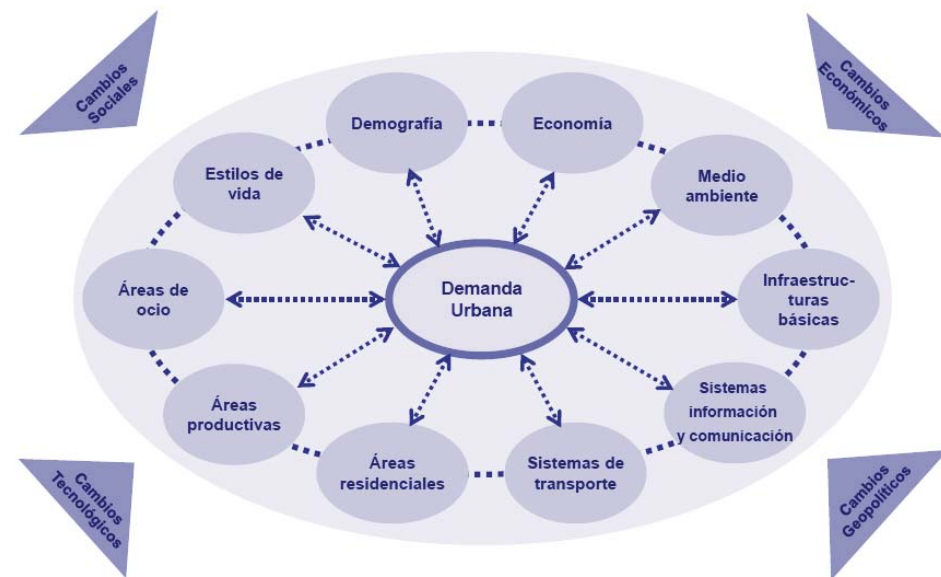
Tarea 3: Selección de los motores de cambio. La reflexión sobre las implicaciones urbanas permitirá seleccionar los principales motores o “drivers” que conducirán el cambio de las ciudades a lo largo de los próximos años.

Tarea 4: Formulación de la visión de futuro. A partir de los diversos motores de cambio, se procederá a formular una visión de futuro que de forma genérica esboce la evolución de las ciudades en el horizonte 2020.

Tarea 5: Identificación de oportunidades. La última tarea del método contempla la identificación de oportunidades científicas y profesionales que previsiblemente se derivarán de la visión de futuro formulada en la tarea anterior.

Evidentemente, la estructura marcadamente lineal del método propuesto podrá romperse tantas veces como sea preciso realimentar de forma circular las premisas anteriores sobre las que se fundamentan los sucesivos análisis.

Sistema funcional urbano



1.4 Caracterización del sistema funcional urbano

Para facilitar las tareas de análisis del ejercicio de prospectiva, la ciudad se asimila a un sistema funcional complejo en el cual se identifican una serie de elementos urbanos que tratan de satisfacer las necesidades y expectativas de la demanda (ver Figura adjunta).

A continuación, se describen brevemente los principales elementos del sistema funcional urbano.

a) **Demanda urbana.** Está compuesta por ciudadanos, empresas, organismos públicos, inversores y turistas.

b) **Demografía.** Principales variables a considerar: natalidad, mortalidad, migraciones, estructura familiar y distribución de la población en el territorio.

c) **Estilos de vida.** Básicamente se refieren a los comportamientos sociales y culturales de la población a la hora de trabajar, consumir o divertirse.

d) **Economía.** Algunos elementos a considerar: estructura sectorial, estructura empresarial, nivel de competitividad del tejido productivo, investigación y desarrollo, innovación tecnológica, internacionalización, etc.

e) **Medio ambiente.** Principales temas a considerar: microclima urbano; diversidad biológica; contaminación atmosférica; contaminación acústica; contaminación fluvial y/o costera; conservación de las áreas y parajes naturales; etc.

f) **Infraestructuras básicas.** Incluyen infraestructuras tales como: ciclo del agua; recogida y tratamiento de residuos; generación y distribución energética; vertederos; servicios de limpieza; etc.

g) **Sistemas de información y comunicación.** Incluyen: infraestructuras y redes de telecomunicaciones; servicios de telecomunicaciones e internet; centros de datos; etc.

h) **Sistemas de transporte.** Principales temas a considerar: accesibilidad por carretera, ferrocarril, aérea y marítima; movilidad metropolitana; transporte colectivo; transporte de mercancías; etc.

i) **Áreas residenciales.** Incluyen los elementos siguientes: parques de viviendas; equipamientos comerciales de barrio; equipamientos colectivos de barrio; parques y áreas deportivas de barrio; etc.

j) **Áreas productivas.** Principales tipologías a considerar: polígonos industriales avanzados (vocación de producción); parques tecnológicos (vocación de I+D más producción); parques científicos (vocación de I+D); parques empresariales (empresas de servicios avanzados); incubadoras de empresas (nuevas pymes); parques tecnológicos virtuales (prestación de servicios a empresas dispersas en el territorio); recintos feriales; palacios de congresos, convenciones y reuniones; centros logísticos; etc.

k) **Áreas de ocio.** Tipologías más relevantes: centros urbanos de carácter comercial; grandes centros comerciales en las periferias metropolitanas; parques temáticos; grandes complejos deportivos; centros museísticos; distritos teatrales; complejos de ocio; etc.

2. FACTORES DE CAMBIO URBANOS

No resulta tarea fácil enumerar y, menos aún, categorizar los cambios a los que previsiblemente se verán sometidas las ciudades desarrolladas durante las próximas décadas. Es tal el grado de complejidad bajo el que operan los sistemas urbanos más avanzados de este planeta, que cualquier tarea de prospectiva resulta muy dificultosa y, por fuerza, debe abandonar toda pretensión de proporcionar previsiones de futuro exhaustivas y categóricas. En cualquier caso, pueden identificarse una serie de motores del cambio o "drivers" que en muchos casos están ya en marcha en las ciudades del mundo más desarrollado y que en gran medida conducirán el cambio durante los próximos 10 años.

Los factores de cambio incorporados en este documento han sido extraídos de diversas fuentes científicas y profesionales publicadas en los últimos años (EC, 2011; Fernández Güell, 2013; NIC, 2008; OPTI, 2012; PWC, 2011; UN-Habitat, 2011). Los factores de cambio que se identifican a continuación son aquellos que previsiblemente provocarán una cascada de cambios ulteriores en las ciudades. No obstante, esta relación unidireccional de causa-efecto puede tornarse y complicarse en algunos casos, de forma que los efectos generen a su vez nuevos "drivers" o fuertes reacciones, modificando incluso a los "drivers" originales.

A) Factores de cambio geopolíticos

Estas tendencias indican las transformaciones que previsiblemente tendrán lugar en la órbita geopolítica a nivel global.

A1: Configuración de un nuevo orden geopolítico bipolar. A finales de los años ochenta, el desmoronamiento de la filosofía comunista junto con el reforzamiento de la hegemonía estadounidense transformó el orden geopolítico que prevaleció durante la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, la emergencia de China como potencia económica y militar supondrá un nuevo cambio en el tablero global. Aunque la hegemonía de Estados Unidos se mantendrá en los ámbitos económico, tecnológico, militar e ideológico-político,

todo parece indicar que aumentará el poder económico y militar de China, configurándose un nuevo orden bipolar global. La incógnita es si la Unión Europea emergerá también como potencia global en este nuevo escenario.

A2: Persistencia de disputas geopolíticas e insurrecciones locales. En las primeras décadas del siglo XXI persistirán las disputas geopolíticas con gran potencial destructivo --tipo Irán/Estados Unidos, Israel/Palestina, Kosovo/Serbia o China/Taiwan--, las cuales se verán agravadas por la proliferación de armamento nuclear y de otras armas de destrucción masiva. Aparte de los conflictos de intensidad global, pervivirán los conflictos armados y las insurrecciones de orden local --tipo Irak, Afganistán, Darfur, Sahara Occidental, etc.--, que serán acompañadas de crisis humanitarias y por el desprecio de los derechos humanos.

A3: Lento progreso democrático en el Tercer Mundo. En muchas ocasiones el desarrollo de los países del Tercer Mundo se verá obstaculizado por las debilidades que presentan sus sistemas de gobierno y sus estructuras sociales, plagadas de injusticias, corrupciones y autoritarismo. La transformación de un sistema autocrático en una democracia es un proceso sumamente delicado y está acompañado de muchos escollos, ya que concede a grupos de interés la oportunidad de utilizar el frágil sistema democrático para hacerse con el poder "democráticamente". La única forma de tener éxito en la adopción de la democracia será a través de un proceso gradual, acompañado de cambios sociales y políticos.

A4: Las fronteras futuras de la Unión Europea. Frente a la expansión continuada que ha experimentado la Unión Europea desde su creación, no está claro si esta expansión se mantendrá en el futuro. La aceptación por la opinión pública de los Estados miembros, el mantenimiento del poder de las instituciones europeas y la capacidad de los recursos financieros para hacer frente a nuevos socios condicionarán indudablemente la expansión. A largo plazo, ser miembro de la Unión significará diferentes cosas para diferentes países, existiendo algunos más integrados que otros. Habrá países que adoptarán el euro como moneda o suscribirán el acuerdo de Schengen sobre la libre circulación de personas, pero que no desearán la pertenencia plena a la Unión. La UE podría seguir creciendo hasta 44 o más Estados, en círculos concéntricos, pero con un grado de integración distinto y, por tanto, con fronteras más difusas.

A5: Mantenimiento de las turbulencias en el mundo musulmán. La compleja conjunción de una serie de factores religiosos, políticos y culturales ha bloqueado el desarrollo económico y la modernización social de muchos países musulmanes. La globalización de los mercados y la difusión de las nuevas tecnologías no sólo no han propiciado estas transformaciones, sino que han expuesto más crudamente las diferencias entre los países occidentales y los musulmanes. En este contexto, han proliferado los movimientos integristas religiosos que han radicalizado a grandes capas de la población. A no ser que se redistribuya mejor la riqueza y las sociedades musulmanas aborden profundos procesos de reforma,

es previsible que esta situación se mantenga o, incluso, se agrave de cara al futuro.

A6: Inmigración como escape al subdesarrollo. Los vaivenes políticos en regiones inestables y el incremento de facilidades para viajar dará lugar a un flujo permanente de inmigrantes, legales o ilegales, de las naciones pobres hacia las ricas. Ante esta previsible marea de inmigrantes, los países ricos podrán escoger entre dos opciones: uno, asimilar los recién llegados a la cultura local; dos, experimentar una proliferación de culturas dentro de sus fronteras.

A7: Fuerte crecimiento de las clases medias en los países emergentes. La expansión de las clases medias en los países emergentes avanzará a buen ritmo, reduciéndose las diferencias sociales. Esta elevación social se vinculará con la expansión y el arraigo de la democracia y las libertades civiles. No obstante, estas nuevas clases medias serán todavía frágiles y temerán la inestabilidad, por lo que estarán dispuestas a aceptar regímenes autoritarios que ofrezcan orden sin excesiva corrupción y clientelismo.

A8: El agua fuente de conflicto. En la actualidad, más de 1.100 millones de personas no tienen acceso a una red de abastecimiento de agua potable y 2.400 millones no disponen de adecuados sistemas de saneamiento. Las crecientes necesidades de la población aumentarán la sobre-explotación de los recursos hídricos y el cambio climático disminuirá los recursos hídricos en ciertas zonas geográficas. Por todo ello, el agua puede llegar a ser una de las fuentes de conflictos geopolíticos en el siglo XXI.

A9: Desbordamiento del Estado-Nación. El Estado-Nación tradicional será desbordado por el capitalismo global, por las nuevas tecnologías de comunicación universal y por la construcción de estructuras políticas supranacionales en amplios bloques regionales del planeta. Este fenómeno podrá dejar a los trabajadores sin instrumentos de control social y a los ciudadanos sin formas de representación en los procesos de decisión esenciales. Por estas razones, es previsible que se produzca un repliegue hacia categorías fundamentales, locales y no disolubles por los flujos globales de capital e información.

Otros factores de cambio geopolíticos:

B) Factores de cambio económicos

Los cambios en curso que están afectando a las economías de los países más desarrollados del planeta tendrán efectos, en ocasiones, inmediatos y estructurales en sus ciudades. La transformación de las estructuras productivas de las economías nacionales y la marcha progresiva hacia una economía global más abierta e integrada tendrá repercusiones inevitables en las ciudades, obligándolas a reformular sus estrategias de desarrollo.

B1: Avances incrementales y asimétricos en el proceso de globalización. El proceso de globalización económica se consolidará definitivamente en los mercados financieros y avanzará progresivamente en gran parte de los sectores industriales, tecnológicos y de servicios avanzados. Sin embargo, habrá un gran número de sectores secundarios y terciarios que seguirán operando al margen del proceso de globalización debido a su fuerte dependencia de los mercados locales.

A medida que avance la globalización de la economía, se pondrá de manifiesto la necesidad de establecer firmes políticas económicas transnacionales para minimizar los desequilibrios sociales y ambientales que se produzcan en los períodos recesivos y expansivos del ciclo económico. Para evitar desequilibrios irreversibles en el futuro, se desarrollarán nuevas fórmulas de gestión y compensación que permitan, por un lado, ajustar el modelo económico imperante, evitando movimientos puramente especulativos que afecten a las economías más débiles, y, por otro lado, preservar la sostenibilidad del planeta a medio y largo plazo.

B2: Consolidación de nuevas potencias industriales. Las previsiones económicas apuntan a que de aquí al año 2050 los países emergentes crecerán a un ritmo anual del 5-8%, mientras que los países de la OCDE lo harán en torno al 2%. Concretamente, el grupo BRIC de las economías industriales emergentes, conformado por Brasil, Rusia, India y China seguirá ganando fuerza en los mercados globales gracias tanto a sus costes competitivos como a su apuesta por la marca, la calidad y la innovación. La mayor o menor rapidez con que estos países alcancen los niveles de los países más desarrollados determinará el futuro escenario mundial. Por un lado, se reconfigurará la geografía de la producción mundial y, por otro lado, se modificarán los patrones de intercambios comerciales y financieros, así como las pautas de consumo energético. De hecho, la clásica distinción entre centro y periferia quedará obsoleta, se modificarán los equilibrios de poder geopolítico y los países emergentes forzarán reformas en la gobernanza global.

B3: División internacional del trabajo y deslocalización empresarial. El proceso de producción se articulará a nivel internacional localizando las distintas fases de producción en diversos países en función de los costes de producción, las exigencias ambientales, la situación socio-política y el acceso a los mercados. El nuevo modelo relocalizará industrias y servicios en territorios periféricos en busca de ventajas competitivas en materia logística, fiscal, laboral o financiera. La deslocalización productiva no sólo afectará a empresas in-

dustriales, sino también a servicios básicos y avanzados. Esta descentralización productiva se verá favorecida por los avances experimentados en las tecnologías de telecomunicación, la automatización y la producción flexible informatizada. Así, la deslocalización y fragmentación de los procesos productivos provocarán cambios profundos en el desarrollo territorial.

B4: Aparición de nuevos criterios de localización empresarial. El nuevo orden económico dejará obsoleta la teoría tradicional de localización industrial, basada en la proximidad al mercado, a las fuentes de energía, a los proveedores de materias primas y productos semi-manufacturados, y a los mercados de consumo. La localización de las actividades productivas más innovadoras dependerá de nuevos factores: acceso a recursos humanos cualificados, proximidad a centros de I+D, acceso a proveedores especializados, disponibilidad de modernas infraestructuras productivas, mejora del medio ambiente y calidad de vida. Una actitud favorable hacia la iniciativa privada y la ausencia de rigideces sociales y administrativas serán factores de localización tan importantes como la existencia de una universidad o un parque tecnológico. Los avances en transportes y comunicaciones, así como la aparición de nuevos métodos de organización de la producción incrementarán la movilidad espacial de gran parte de los sectores industriales y de servicios.

B5: Encarecimiento y escasez de las materias primas. La acelerada puesta en carga de las economías emergentes provocará una demanda continuada de materias primas y de las energías de origen fósil para satisfacer sus necesidades industriales y de consumo. Todo ello llevará al encarecimiento continuado de las materias primas, ya sean minerales, productos energéticos o alimentos.

B6: Hacia un mercado laboral más móvil, flexible y precario. De igual forma que para los bienes y las empresas, las fronteras nacionales desaparecerán progresivamente para los profesionales. El aumento de la vocación internacional, el aprendizaje de idiomas junto con el debilitamiento de las raíces regionales o nacionales animará a la salida a otros países en busca de un mejor desarrollo profesional o un incremento en la calidad de vida.

Asimismo, se producirá una mayor flexibilidad y precarización del mercado laboral. En el pasado, las empresas ofrecían un empleo de larga duración; por el contrario, de cara al futuro, la existencia de un entorno más dinámico obligará a las empresas a desplegar estructuras organizativas más flexibles y adaptables a los cambios. En este sentido, disminuirá la seguridad en el puesto de trabajo, se potenciará la adquisición continua de nuevas capacidades y aumentarán los empleos menos remunerados y menos protegidos.

B7: Hacia una economía más sostenible. En los años venideros, la creciente concienciación ambiental de las sociedades más prósperas conducirá a plantear un desarrollo económico más sostenible y respetuoso con el medio natural. El desarrollo sostenible podrá alcanzarse mediante las acciones siguientes: (1) mejorar la eficiencia productiva para

disminuir los recursos utilizados y la contaminación emitida; (2) considerar los costes y beneficios ambientales en las transacciones económicas; (3) estabilizar la población y aumentar los estándares de vida; (4) restringir el consumo, fomentando estilos de vida que reduzcan la presión sobre el medio ambiente.

B8: Hacia una economía basada en el conocimiento. Las economías de los países más avanzados migrarán hacia modelos basados en el conocimiento. En este nuevo contexto, la ventaja competitiva de las empresas vendrá determinada no tanto por sus recursos económicos o tecnológicos, como por el conocimiento que atesoren sus empleados. El conocimiento se diferencia del resto de los recursos empresariales porque se torna obsoleto constantemente y porque suele estar sujeto a cambios rápidos y abruptos. Por tanto, la economía del conocimiento dependerá de la creatividad y la innovación.

B9: Creciente segmentación de los mercados de consumo. En los mercados de consumo más desarrollados y ricos aumentará la segmentación de los consumidores por variables socio demográficas, patrones socioculturales, estilos de vida, preferencias y valores. La creciente segmentación de los mercados generará demandas específicas en las empresas, orientadas a obtener mejor calidad, más variedad y satisfacción inmediata.

B10: Reducción del ciclo de vida de los productos. La estrategia industrial estará marcada por la continua innovación en los productos de consumo, que tendrán ciclos de vida más cortos, y por la mayor rotación en el ciclo industrial (diseño, fabricación y comercialización). Esta tendencia será impulsada por la creciente competitividad de los mercados, por los cambios en las preferencias de consumo y por la aparición de innovaciones tecnológicas.

B11: Transformación de los canales de distribución. El progreso en la globalización de los mercados junto con la consolidación de Internet como canal clave para la venta de productos y servicios de consumo supondrá una auténtica revolución en los canales de distribución. El mayor impacto de los nuevos canales de distribución se dejará sentir en los canales intermedios y en las tiendas de barrio.

Otros factores de cambio económicos:

C) Factores de cambio sociales

Muchos de los cambios sociales que previsiblemente experimentarán las ciudades en los próximos 10 años han sido analizados intensamente por los demógrafos y sociólogos urbanos. A primera vista, no debería haber grandes sorpresas en la evolución social de las ciudades; sin embargo, una segunda lectura más pausada de los factores de cambio permite identificar tensiones contrapuestas, que inevitablemente generan incertidumbre a la hora de realizar previsiones. En este grupo cabe distinguir entre tendencias socio-demográficas, aquellas que suponen cambios relevantes en la estructura demográfica de una comunidad urbana (natalidad, mortalidad, migración y formación de hogares), y tendencias socio-culturales, aquellas que afectan a las modas, comportamientos, estilos de vida, principios y valores de la población.

C1: Lento crecimiento y mayor envejecimiento de la población. El descenso de las tasas de natalidad y la prolongación en la esperanza de vida provocarán un menor ritmo de crecimiento de la población urbana unido a su progresivo envejecimiento. Por un lado, la expectativa de vida continuará creciendo en los países más desarrollados gracias a las nuevas tecnologías médicas, a los mejores hábitos nutritivos, a la mayor atención a la salud personal y a una mayor calidad de vida. Por otro lado, las tasas de natalidad se mantendrán bajas debido a la incorporación de la mujer al mercado laboral y al creciente coste aparejado de la educación y del cuidado de los hijos. El proceso de envejecimiento se reflejará en la estructura de la pirámide poblacional, cuya base se estrechará y sus cotas medias y altas se ensancharán en mayor medida. Concretamente, los tramos de edad de 65 a 80 años aumentarán sus efectivos y su calidad de vida, mientras que los mayores de 80 años podrán sobrevivir hasta los 90 e incluso 100 años de edad, aunque en condiciones funcionales bastante precarias.

C2: Incorporación masiva y permanente de la mujer al mercado de trabajo. La incorporación de la mujer al mercado de trabajo se reforzará en las sociedades más avanzadas, consiguiendo además que los períodos de maternidad no constituyan un obstáculo para su permanencia en el puesto de trabajo. Esta realidad será posible gracias al cambio de mentalidad operado en familias, Gobierno y empresas para facilitar a la mujer la compaginación de la vida familiar con la profesional. Este cambio se reflejará en el aumento de las ayudas y subvenciones públicas dirigidas a la mujer con hijos así como en el incremento de los servicios de guardería y otros servicios sociales en las ciudades.

C3: Variaciones en las estructuras y tipologías familiares. La familia tradicional, compuesta por una pareja, niños y personas mayores, perderá importancia relativa debido a la disminución de su tamaño, al incremento de las familias mono parentales y al aumento de las personas que vivan solas. En otras palabras, abundarán las familias más pequeñas y con estructuras más complejas, y se acentuará el individualismo y el aislamiento dentro de los grupos familiares. Este cambio profundo en la estructura familiar será debido a múltiples razones: la simplificación de los trámites de divorcio, las actitudes sociales más

permisivas ante el sexo y el matrimonio, la aceptación de nuevos modelos familiares como las parejas de hecho y homosexuales, la emancipación de los jóvenes, el cuidado de los mayores fuera de la familia y la incorporación de la mujer al mercado de trabajo.

C4: Incremento de la presión migratoria de terceros países. La desigualdad de la riqueza, la persistencia de la pobreza, la lacra de los conflictos bélicos y la existencia de gobiernos corruptos mantendrán los flujos de inmigrantes sobre los países más desarrollados. Por estas razones, las ciudades del Primer Mundo seguirán constituyendo polos de atracción, sobre todo, para los jóvenes de los países más desfavorecidos que busquen nuevas oportunidades económicas para salir de la pobreza. Asimismo, se producirán en ciertas partes del planeta flujos migratorios significativos debido al agravamiento del cambio climático.

C5: Emergencia de nuevas formas de marginalidad y exclusión social. Aparte de las formas de pobreza convencionales existentes en las ciudades del Norte, aparecerán nuevas formas de exclusión social. En territorio europeo es previsible la aparición de los "pobres de infraestructura" en el Este de Europa; las "mujeres pobres", principalmente mujeres solas y emigrantes, en el Sur de Europa; los "nuevos pobres clandestinos emigrantes" en Centro Europa; los "jóvenes en riesgo de pobreza" en Europa del Este; y los "mayores vulnerables" en el Este y Oeste de Europa.

C6: Mayor educación y sofisticación de los ciudadanos. La prosperidad económica de las ciudades más desarrolladas favorecerá la mejora del nivel educativo de los habitantes que residen y trabajan en ellas. Aunque no siempre se cumplirá esta condición, una mejoría en el nivel educativo dará lugar a un aumento en la sofisticación cultural de la población urbana. La satisfacción de la ecuación a mayor educación, mayor cultura, producirá ciudadanos más exigentes a la hora de consumir productos y servicios de las empresas y las Administraciones Públicas. A mayor sofisticación, aumentará la autoestima y la crítica, creciendo así la conciencia del ciudadano sobre sus necesidades y derechos, así como su movilización y asociación para resolver los problemas de las urbes contemporáneas. Los inmigrantes serán uno de los grupos sociales más beneficiados por esta tendencia.

C7: Mayor heterogeneidad y fragmentación de la población urbana. La población urbana se caracterizará por su elevada heterogeneidad y fragmentación debido a la convivencia de grupos humanos con diferencias relativas a estructura socio-demográfica, estatus socioeconómico, estilos de vida, pautas de consumo, sistemas de valores, actitudes, percepciones y preferencias. En las ciudades más desarrolladas confluirán y se mezclarán corrientes culturales contrapuestas; este fenómeno vendrá potenciado por la ubicuidad de la existencia y la capacidad de interactuar más allá de las fronteras. En ocasiones, esta mezcla multicultural se hará de manera conflictiva, elevando las tensiones sociales y creando una compleja maraña de lealtades fragmentadas; no obstante y a pesar de ello, las sociedades culturalmente heterogéneas disfrutarán de unas vivencias más ricas y de una

ciudadanía más cosmopolita y civilizada.

C8: Estructuración social en torno a estilos de vida. La estratificación social tradicional será de poca utilidad para describir la estructura de las sociedades urbanas. En su lugar, cobrará fuerza la utilización de los estilos de vida como una forma más práctica para entender y prever la evolución de los patrones de consumo y socioculturales que marcarán los comportamientos de los diferentes grupos sociales que operan en las metrópolis contemporáneas. Frente a la simplicidad e inercia temporal que caracterizaban a los estratos sociales, los estilos de vida urbanos estarán marcados por su gran heterogeneidad y su elevada volatilidad. La conjunción de una serie de factores, como la incorporación masiva de la mujer al mercado laboral, la transformación de las estructuras familiares, la creciente motorización, la reducción del tiempo disponible y la incorporación de nuevas tecnologías a la vida cotidiana darán lugar a la aparición de nuevos estilos de vida en los ámbitos urbano y suburbano.

C9: Mayor utilización social de las nuevas tecnologías. La sociedad tenderá a utilizar masivamente las nuevas tecnologías de información y comunicación, siempre y cuando se resuelvan las barreras económicas, culturales y tecnológicas que actualmente dificultan su difusión. Estas nuevas tecnologías se diferenciarán en función de su uso: individuales (dispositivos de comunicación personal); aplicación en el hogar (domótica); y sociales (gestión de redes). En este sentido, las nuevas tecnologías progresarán si se promociona su aprendizaje en el sistema educativo, si se desarrollan interfaces para el usuario más amigables, si mejora la calidad del software, si se abaratan los costes de conexión y comunicación, si se extiende la banda ancha, si se establecen medidas de estímulo y si las Administraciones Públicas impulsan la Administración Electrónica.

Otros factores de cambio sociales:

D) Factores de cambio ambientales

Muchos de los cambios sociales, económicos y tecnológicos identificados anteriormente incidirán directa o indirectamente en las transformaciones ambientales y físico-espaciales que experimentarán los territorios urbanos en un futuro próximo. Por todo ello,

en cualquier ejercicio de prospectiva urbana resulta crucial anticipar el tipo de cambios físicos que provocarán las transformaciones del contexto socioeconómico.

D1: Agravamiento del cambio climático. Se producirán manifestaciones evidentes del cambio climático, tales como elevación de las temperaturas medias, alteración del régimen de precipitaciones, subida del nivel del mar, transformación de muchos ecosistemas y avance de la desertización, entre otros.

D2: Pérdida de biodiversidad. La persistencia de modelos de desarrollo económico y comportamientos sociales contrarios a los criterios de sostenibilidad acentuarán la degradación del medio ambiente y el agotamiento irreversible de los recursos naturales. Todo ello conducirá a una pérdida irremediable de la biodiversidad en los espacios naturales más frágiles, impidiendo la regeneración de los ecosistemas.

D3: Aumento de los riesgos ambientales. Como resultado de las actividades humanas, aumentarán los riesgos para el medio ambiente y la salud ambiental, en forma de incendios forestales, accidentes en la manipulación de productos tóxicos o nucleares, problemas de salud animal y seguridad alimentaria, y nuevas enfermedades contagiosas.

D4: Escasez crítica de agua. El continuado crecimiento en el consumo per cápita de agua junto con el avance del proceso de desertización en muchos territorios dará lugar a una escasez crítica de los recursos hídricos. Concretamente, en las ciudades el agua se convertirá en un recurso caro, que obligará a replantearse ciertos patrones de urbanización.

D5: Creciente generación de residuos urbanos. Las pautas consumistas y modos de vida de la sociedad conducirán al imparable aumento per cápita en la generación de residuos de todo tipo, ya sean urbanos, industriales, sanitarios, materiales de edificación, etc.

D6: Ocupación masiva de suelo por los usos urbanos. A pesar del escaso crecimiento demográfico que experimentarán algunas ciudades, seguirá creciendo el consumo del espacio urbanizado, que se reflejará en el aumento de la superficie construida unitaria por persona en materia de vivienda, industria, dotaciones comerciales y equipamiento en general. A esta tendencia se le sumará la fuerte presión de la demanda nacional y europea para construir segundas residencias en nuestro litoral y medio rural.

Otros factores de cambio ambientales:

E) Factores de cambio tecnológicos

La historia del urbanismo está plagada de ejemplos, que explican cómo la aparición de nuevas tecnologías ha influido profundamente en la transformación y la evolución de las ciudades. Concretamente, es bien conocida la influencia ejercida por el ferrocarril, el tranvía y el automóvil en la configuración de los trazados urbanos. Por tanto, es perfectamente previsible que en un futuro inmediato las innovaciones tecnológicas produzcan transformaciones significativas en los patrones de desarrollo urbano.

E1: Extensión de la esperanza de vida gracias a los avances médicos. La medicina experimentará avances notables en las fases de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades gracias a lo cual se extenderá notablemente la esperanza de vida, acercándonos a los 100 años en un horizonte de 15-20 años. Avances en el conocimiento genético permitirán predecir las enfermedades y valorar el riesgo de contraerlas. Progresos en el tratamiento de enfermedades mortales mejorarán la calidad de vida de los enfermos. En general, se logrará una mayor concienciación de las personas en la prevención y el tratamiento de las enfermedades.

E2: Desarrollo de la nanotecnología. La nanotecnología (ciencia que manipula las moléculas y las partículas atómicas de la materia) proporcionará mejoras muy relevantes en diversos ámbitos, tales como la medicina, la energía, el transporte, los materiales, la electrónica y el medio ambiente. Dentro del ámbito urbano, conviene destacar el futuro desarrollo de materiales inteligentes, capaces de variar su comportamiento en función de variaciones de presión, temperatura, luz, vibraciones e incluso choque.

E3: Avances progresivos en las TICs. De forma ininterrumpida se producirán avances notables en materia de conectividad, convergencia, seguridad e integración en las tecnologías de información y comunicación. Entre estos avances destacarán: la mayor convergencia e integración entre las tecnologías de información, telecomunicaciones y audiovisuales; el desarrollo de software inteligentes más precisos y rápidos para búsquedas por Internet; el incremento exponencial de dispositivos y tecnologías conectados a Internet; la mayor capacidad y velocidad de las redes de telecomunicación a costes razonables.

E4: Desarrollo de nuevas fuentes de energía. Los esfuerzos de investigación en el campo energético permitirán disponer de nuevos recursos y sistemas de producción de energía más respetuosos con el medio ambiente. En esta línea cabe mencionar la mayor integración de las energías renovables, la reducción de costes en este tipo de energías, el uso generalizado de sistemas de cogeneración y el desarrollo de las pilas de combustible.

E5: Permanencia de las fuentes tradicionales de energía. A pesar de desarrollar fuentes alternativas de tipo sostenible, en el horizonte del año 2050 todas las fuentes de energía convencionales serán necesarias. Para entonces la fusión termonuclear no estará aún disponible y las energías renovables serán aún caras y sólo suministrarán una parte

del consumo (20%). En esta línea, hay muchos recursos de hidrocarburos por explotar, que cuando aumente la escasez de los clásicos podrán ser utilizados con un coste asumible. En cuanto al carbón, el progreso tecnológico y las inversiones permitirán una combustión limpia, reduciendo las cenizas volantes, el azufre y el oxido nitroso enviado a la atmósfera, y disminuyendo el CO₂ emitidos al incremento de rendimiento de las calderas.

E6: Desarrollo de tecnologías para la reducción de emisiones de CO₂. Las obligaciones adquiridas por los firmantes del Protocolo de Kyoto promueven el desarrollo de tecnologías para reducir la emisión de CO₂ relacionado con los combustibles fósiles. Con este propósito, se desarrollarán nuevas tecnologías para minimizar, capturar y almacenar CO₂ a lo largo de los procesos de extracción, refino y consumo de los combustibles fósiles.

E7: Desarrollo de tecnologías industriales más sostenibles. La creciente concienciación ambiental impulsará el desarrollo de nuevas tecnologías más seguras, eficientes y sostenibles, dirigidas a los sistemas productivos. Estas tecnologías mejorarán el diseño de los bienes manufacturados, la eficiencia de la cadena de producción y optimizarán los sistemas de distribución. a lo largo de los procesos de extracción, refino y consumo de los combustibles fósiles.

E8: Desarrollo de sistemas avanzados de eliminación de residuos. En materia de gestión de residuos urbanos, ya sean sólidos o líquidos, la tendencia futura será evitar que se generen productos residuales. Consecuentemente, las tecnologías para el tratamiento de residuos estarán orientadas a minimizar su volumen y su inocuidad (inertización). Las tecnologías más prometedoras serán aquellas basadas en el tratamiento térmico de los residuos por plasma, incineración o sinterización. En esta línea, se desarrollarán nuevas electrotecnologías de inertización o eliminación total de los residuos, utilizando pirólisis por alta temperatura de 15.000º y 20.000º, frente a los 2.500º o 3.000º actuales.

E9: Desarrollo de sistemas avanzados de depuración y reutilización de aguas residuales. El tratamiento de aguas residuales avanzará en dos frentes: (1) producción de un efluente que no altere la calidad del cuerpo de agua receptor; (2) optimización de los procesos para lograr el mínimo de consumo energético y de reactivos. Para ello se mejorarán los procesos biotecnológicos (eliminación de nutrientes) y los materiales (membranas, catalizadores, etc.). La tecnología de desalinización ofrecerá oportunidades interesantes para reutilizar efluentes de depuradoras o para aprovechar aguas subterráneas (salinas) no aptas para el consumo o el riego.

E10: Innovaciones en los vehículos de automoción. En el ámbito del transporte por carretera, se reducirá la elevada dependencia energética del petróleo. Se desarrollarán vehículos eléctricos, con gas natural, con hidrógeno (celdas de combustible) e híbridos. Asimismo, se utilizarán los biocarburantes, el gas licuado y los combustibles sintéticos, elaborados con gas natural, carbón o biomasa. Se reciclarán o reutilizarán cerca del 95%

de las piezas o materiales de los automóviles. Se desarrollarán automóviles más compactos y ligeros que los actuales. Se duplicará la eficiencia de los motores de combustión interna y se reducirán sus emisiones.

E11: Innovaciones continuadas en el ferrocarril de alta velocidad. Innovaciones incrementales en los trazados ferroviarios, en los sistemas de seguridad y en el material rodante del ferrocarril de alta velocidad permitirán realizar habitualmente velocidades superiores a los 350 km/h. Se producirán avances que impulsarán el desarrollo de los ferrocarriles basados en la levitación magnética (MAGLEV) que alcanzarán los 500 km/h.

E12: Desarrollo de una nueva generación de aviones y sistemas aeroportuarios. La industria aeronáutica lanzará al mercado una nueva generación de aviones de pequeña, mediana y gran capacidad con importantes innovaciones tecnológicas, que redundarán en una mayor eficacia operativa, en menores impactos ambientales y en una disminución de los costes. Se desarrollarán aviones energéticamente más eficientes y con mayor vida de servicio gracias a los nuevos materiales compuestos. Se construirán aviones para pasajeros de gran tamaño y velocidad de crucero comparable a los reactores militares actuales. Asimismo, se mejorarán las infraestructuras aeroportuarias con el fin de proporcionar servicio a la nueva generación de aviones, y aumentará la seguridad del espacio aéreo gracias a la incorporación de nuevos sistemas de control.

Otros factores de cambio tecnológicos:

F) Factores de cambio en la gobernanza urbana

Las ciudades del futuro no solo estarán sometidas a cambios socioeconómicos, tecnológicos y ambientales, sino que también experimentarán profundas transformaciones en sus modelos de gobernanza. Entendiendo por gobernanza urbana la suma coordinada de la acción de gobierno, la colaboración entre administraciones públicas, la cooperación público-privada y la participación ciudadana, entonces se percibe la necesidad de realizar cambios sustanciales en la forma de gobernar nuestras ciudades para alcanzar ese modelo.

F1: Hacia una democracia más participativa y menos representativa. Los países

desarrollados se adentrarán en una fase de reflujo del Estado y primacía relativa de la sociedad civil. Se observará una tendencia hacia una democracia más participativa y menos representativa, en la que los ciudadanos participarán directamente a través de sus propias asociaciones y organizaciones o instituciones en la resolución de los problemas políticos y sociales de los países. Este proceso traerá consigo una mayor descentralización de las organizaciones y de las decisiones sociales y políticas para estar más cerca del ciudadano. Adicionalmente, el interés social que conlleva una estrategia de desarrollo local requerirá una amplia e intensa participación ciudadana con el fin de potenciar el comportamiento responsable de la Sociedad Civil y su concienciación respecto a su ciudad.

F2: Avance en la descentralización administrativa junto a la supranacionalidad de decisiones. En la Unión Europea se observará una doble tendencia. Por un lado, la regionalización y descentralización administrativa acercará al ciudadano las decisiones más directamente relacionadas con la calidad de vida, lo que supondrá el trasvase de competencias estatales a las regiones y corporaciones locales. Por otro lado, se tenderá a la supranacionalidad de decisiones relativas al marco institucional de la actividad económica y de otras políticas (defensa, relaciones internacionales, etc.). La aplicación extrema de este principio supondrá un cambio en el papel del Estado nacional.

F3: Mayor cooperación y armonización entre instituciones públicas. La múltiple y compleja realidad que supone la coexistencia de Administración del Estado, Comunidades Autónomas y Entidades Locales, proyectando su actividad sobre un mismo espacio subjetivo y geográfico, propiciará un acercamiento eficaz de los servicios administrativos a los ciudadanos. Este requisito obligará a una estrecha colaboración entre las diversas instituciones públicas, buscando la coordinación de las políticas sectoriales y horizontales en todos los niveles.

F4: Mayor cooperación público-privada. Esta cooperación, basada en el diálogo y la negociación entre los agentes económicos, sociales y políticos, será un instrumento eficaz para ampliar los servicios de una comunidad mediante la organización de nuevas formas de solidaridad y complementariedad entre recursos públicos y privados.

F5: Impulso mayor y más efectivo de la participación ciudadana. La puesta en marcha efectiva de políticas de desarrollo a nivel local requerirá en el futuro de una amplia e intensa participación ciudadana con el fin de anticipar conflictos y aunar voluntades. En este sentido, será crucial fortalecer el tejido social, potenciar el comportamiento responsable de la Sociedad Civil y elevar el interés de la población hacia los asuntos de su ciudad.

F6: Hacia una integración de las políticas de desarrollo sectoriales. En el futuro, en las Administraciones Públicas se trabajará con modelos de desarrollo integrados que engloben en una unidad operativa la planificación económica, la social y la territorial con el fin de formular políticas más coherentes y sinérgicas entre sí. Este modelo responderá a

un esquema jerárquico de prioridades y a un diseño interactivo de esquemas alternativos, que combinarán los planes a corto y medio plazo con los objetivos a largo plazo.

F7: Modernización efectiva de las Administraciones Locales. En el futuro, el ciudadano deseará recibir unos servicios públicos con cero defectos, ajustados a sus necesidades particulares, disponibles en función de la demanda y a bajo coste. Por tanto, es necesario que los gobiernos municipales refuercen, en personal y recursos, los órganos de gestión e iniciativa económica.

Otros factores de cambio en la gobernanza urbana:

Referencias bibliográficas

Boden, Mark et al. (2010). Facing the future: Time for the EU to meet global challenges, Institute for Prospective Technological Studies, Sevilla.

European Commission (EC) (2011). Global Europe 2050, EC, Brussels.

Fernández Güell, José Miguel (2013). "Los factores de cambio que moldearán el futuro desarrollo de las ciudades", Revista Española de Desarrollo y Cooperación, Nº 31, Invierno 2013, pp. 17-31.

Fernández Güell, José Miguel Et Redondo, Leticia (2012). "Linking Territorial Foresight and Urban Planning", Foresight, Vol. 14 – Nº 4, pp. 316-335.

Fernández Güell, José Miguel (2011). "Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial", Ciudad y Territorio – Estudios Territoriales, Nº 167, primavera 2011, pp. 11-32.

Fernández Güell, José Miguel (2006). Planificación estratégica de ciudades: Nuevos instrumentos y procesos, Editorial Reverté, Barcelona.

Foresight for Regional Development Network (FOREN) (2001). Practical Guide to Regional Foresight, Institute for Prospective Technological Studies, Sevilla.

Gavigan, James P. Et Scapolo, Fabiana: "La prospectiva y la visión del desarrollo regional a largo plazo", The IPTS Report, Nº 56, 2001, pp. 22-33.

Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) (2012). Estudios varios de prospectiva tecnológica, Madrid, accesibles en www.opti.org.

National Intelligence Council (NIC) (2008). Global Trends 2025: A Transformed World, US Government Office, Washington, DC.

UN-Habitat (2011). Cities and Climate Change: Global Report on human Settlements 2011, Earthscan, London.

UN-Habitat (2008). State of the World's Cities Report 2008/9, Earthscan, Nairobi.

BIBLIOGRAFÍA

Prospectiva y métodos cuantitativos/cualitativos

BERGER, Gaston. *Etapas de la prospective*. PUF, 1967.

DECOUFLÉ, André Clément. *La prospectiva*, Oikos Ediciones. 1974 España, Pág. 5

FÉLIX TEZANOS, José y BORDAS, Julio. *Estudio Delphi sobre la casa del futuro*. Madrid: Ed. Sistema, 2000. ISBN: 84-86497-45-0

FERNÁNDEZ GÜELL, José Miguel. *Recuperación de los estudios del futuro a través de la prospectiva territorial*. Madrid 2011.

GODET, Michel. *La caja de herramientas de la prospectiva estratégica*. 1ª Edición. Zarautz (Guipúzcoa): Ed. Prospektiker, 2000.

GUTIÉRREZ GUTIÁN, María Victoria. *Composición arquitectónica. Teoría, prospectiva, aprendizaje*. 1ª Edición. Madrid: Ed. Universidad Politécnica de Madrid, 1984. ISBN: 84-86189-05-5

JOUVENEL, Bertran (de). *Sur la méthode prospective: un bref guide méthodologique*. Futuribles, nº179, 1993.

MALDONADO, Carlos Eduardo. Citado en documento de CIPE, Universidad Externado de Colombia, titulado *Ciencias de la complejidad: Ciencias de los cambios súbitos*, pág.42.

MARTÍN PEREDA, José Antonio. *Prospectiva tecnológica*. 1ª Edición. Madrid: Ed. COTEC, 1995.

MIKLOS, Tomás y TELLO, María Elena. *Planeación prospectiva: una estrategia para el diseño del futuro*. 1ª Edición. México: Ed. Limusa. ISBN: 978-968-18-3848-5

PITA FERNÁNDEZ, Salvador y PÉRTEGAS DÍAZ, Sonia. *Investigación cuantitativa y cualitativa*. 2002. http://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp

SCOTT ARMSTRONG, J. *Principles of forecasting*. U.S.A. University of Pennsylvania, Ed. Springer, 2001. ISBN: 978-0-7923-7401-5 (SC)

SOLER B., Yezid. <http://prospectiva.blogspot.com.br/>

VALDEZ ALAYÓN, Julio C. y ESPEJO RONDÓN, Hayda. *Introducción a los métodos cualitativos*. <http://www.monografias.com/trabajos27/metodos-cualitativos/metodos-cualitativos.shtml>

Sistemas complejos, física cuántica y Teoría del Caos

FEYNMAN, R.P. *Space-time approach to non-relativistic quantum mechanics* <http://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.20.367>. Reviews of Modern Physics 20 (2), 1948.

HAWKING, Stephen y MLODINOW, Leonard. *El gran diseño*. 1ª Edición. Barcelona: Ed. Crítica, 2010. ISBN: 978-84-9892-172-4

LÓPEZ-GUERRERO, Rafael. *La teoría del Caos es una filosofía que nace para impedir el avance de la ciencia y tratar de nublar la visión global de la transdisciplinariedad científica*.

<http://fundacion-eticotaku.org/2010/05/13/la-teoria-del-caos-es-una-filosofia-que-nace-para-impedir-el-avance-de-la-ciencia-y-tratar-de-nublar-la-vision-global-de-la-transdisciplinariedad-cientifica/>

V. SOLÉ, Ricard y C. MANRUBIA, Susanna. *Orden y caos en sistemas complejos. Fundamentos.*

1ª Edición. Barcelona: Ed. Ediciones UPC, 2001. ISBN: 84-8301-491-2

Territorio

BAICHWAL, Jennifer y BURTYNSKY, Edward. *Manufactured landscapes.*

[Documental en soporte DVD]. Canadá, 2006.

GARCÍA-GERMÁN, Javier. *De lo mecánico a lo termodinámico. Por una definición energética de la arquitectura y el territorio.*

1ª Edición. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2010. ISBN: 978-84-252-2347-1

IVANCIC, Aleksandar. *Energyscapes.*

1ª Edición. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2010. ISBN: 978-84-252-2272-6

ROGERS, Richard. *Ciudades para un pequeño planeta.*

1ª Edición. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2000. ISBN: 84-252-1764-4

VEGARA, Alfonso y DE LAS RIVAS, Juan Luis. *Territorios inteligentes.*

1ª Edición. Madrid: Ed. Fundación Metropoli, 2004. ISBN: 84-609-2698-2

Aprendizaje y pensamiento

BERGSON, Henri. *La evolución creadora.*

Espasa-Calpe. Madrid 1985.

BOHIGAS, Oriol. *Contra una arquitectura adjetivada.*

Seix Barral. Barcelona, 1969.

BUCAY, Jorge. *Déjame que te cuente.* Capítulo: *Autorrechazo.*

RBA Libros. Barcelona, 2007. ISBN: 978-84-8966-272-8.

CALDUCH, Juan. *Temas de composición arquitectónica nº2. Razón, racionalidad, racionalismo.*

Editorial Club Universitario. Alicante, 2001. ISBN: 84-8454-109-6.

COBO, Cristóbal y W. MORAVEC, John. *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la educación.*

1ª Edición. Barcelona: Ed. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2011. ISBN: 978-84-475-3518-7

GARDNER, Howard. *Inteligencias múltiples.*

Paidós. Barcelona, 1983. ISBN: 84-493-1806-8.

GRASSI, Giorgio. *La construcción lógica de la arquitectura.*

Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares. 1973.

GUATTARI, Félix. *Las tres ecologías.*

2ª Edición. Valencia: Ed. Galilée, 1996. ISBN: 84-87101-29-1

HEIDEGGER, Martin. *La proposición del fundamento.*

1ª Edición. Barcelona: Ed. Ediciones del Serbal, 1991. ISBN: 84-7628-079-3

JÁUREGUI, Jorge Mario. *Urbanismo y Transdisciplinariedad. Intersecciones*

Puntuaciones en relación con el abordaje de la articulación de lo formal y lo informal en América Latina.

<http://www.jauregui.arq.br/transdisciplinariedad.html>

JIMÉNEZ, José. *Cuerpo y tiempo. La imagen de la metamorfosis.*

Destino. Barcelona 1993.

KOOLHAAS, Rem. *Conversaciones con estudiantes.* Gustavo Gili. Barcelona, 2001.

KOSKO, Bart. *Pensamiento borroso. La nueva ciencia de la lógica borrosa.*

Grijaldo Mondadori, Barcelona, 1995, pág. 26.

LACASA, Luis. *Escritos 1922-1931.*

Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. Madrid, 1976.

LEÓN ESTEBAN, Mateo. *Cultura y prehumanismo en la Curia Pontificia del Papa Luna, 1394-1423.*

Universitat de València, 2002. pág 19. ISBN: 978-84-37054-179.

MIRANDA LEVY, Carlos. *Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad.*

<http://portal.educar.org/creatividad/ciencias/multidisciplinariedad>

MORIN, Edgar. *Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro.*

Santillana. París, 1999.

SALINAS QUINTANA, Pedro. *La continuidad de pensamiento Nietzsche-Heidegger y el complejo nihilístico de Occidente.* (<http://psicologiadelarte.com/2013/04/la-continuidad-de-pensamiento-nietzsche-heidegger-y-el-complejo-nihilistico-de-occidente/>)

SÁNCHEZ, Esperanza. *Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad.*

2010 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L.

TAMAYO, Mario. *Diccionario de la investigación científica.*

2ª ed., Limusa, México. 2004. pág.172 ISBN 978-968-18-6510-8.

TORRES SANTOMÉ, Jurjo. *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado.*

Ediciones Morata, 1994. ISBN: 84-7112-372-X. Pág. 72.